WEG INDÚSTRIAS LTDA
CENTRO DE TREINAMENTO DE CLIENTES

MÓDULO 3
Automação de Processos Industriais

tr_CTC-240_P1

WEG – Transformando Energia em Soluções

? ***“ Material sujeito a alterações sem prévio aviso!”***

Índice Analítico

1 Controladores Lógicos Programáveis 3

1.1 Introdução 3

1.2 A Automação Industrial 4

1.3 Noções de Lógica Combinacional 5
1.3.1 Operações Fundamentais 5
1.3.1.1 ..... Funções BOOLEANAS 5
1.3.1.2 ..... Operador “AND“ 6
1.3.1.3 ..... Operador “OR” 6
1.3.1.4 ..... Operador “NOT” 6
1.3.1.5 ..... Operador “NAND” 7
1.3.1.6 ..... Operador “NOR” 7
1.3.1.7 ..... Operador “XOR” 7

1.4 Tipos de Sinais 8
1.4.1 Sinais Analógicos 8
1.4.2 Sinais Digitais 8
1.4.2.1 ..... Single bit 8
1.4.2.2 ..... Multi bit 8

1.5 Definição (IEC 1131-1) 8

1.6 Princípio de Funcionamento 9

1.7 Aspectos de Hardware 9
1.7.1 Fonte de alimentação 10
1.7.2 CPU 10
1.7.3 Memórias 11
1.7.4 Interfaces de Entrada/Saída 11
1.7.5 Periféricos 12
1.7.5.1 ..... TERMINAL INTELIGENTE 12
1.7.5.2 ..... MICROCOMPUTADORES 12
1.7.5.3 ..... MINI-PROGRAMADORES (TERMINAIS DE BOLSO) 13
1.7.5.4 ..... OUTROS PERIFÉRICOS 13
1.7.6 INTERFACEAMENTO DE PERIFÉRICOS 13

1.8 Aspectos de Software 14
1.8.1 Linguagens de programação 14

1.9 Sistemas Associados 16
1.9.1 Redes de comunicação 16
1.9.2 Supervisão e controle 18

1.10 Terminologia 21

1.11 Anexos 29
1.11.1 Manual simplificado do CLW-01
1.11.2 Manual do PC12 Design Center versão 1.74
1.11.3 Exercícios propostos

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

INTRODUÇÃO

Esta apostila tem como objetivo prover uma visão geral das características e recursos hoje disponíveis no mercado de Controladores Programáveis (CP's), bem como, a sua aplicação nos diversos campos da automação industrial e controle de processos, onde as necessidades de flexibilidade, versatilidade, disponibilidade, alta confiabilidade, modularidade, robustez e baixos custos, o tornam uma excelente opção.

Mas, o que é um Controlador Programável ? Como surgiu ?

Mesmo antes da industrialização da eletrônica digital, os projetistas de comando elaboravam circuitos digitais como contatos programáveis. O programa era armazenado em plugs multi-pinos e as instruções codificadas por meio de ligações elétricas entre os pinos destes plugs. Esses programas eram muito limitados, e, sua principal função era a seleção das operações das maquinas e/ou processos.

Desta forma, além de uma operacionalidade muito baixa, existiam outros problemas: alto consumo de energia, difícil manutenção, modificações de comandos dificultados e onerosos com muitas alterações na fiação ocasionando número de horas paradas, além das dificuldades em manter documentação atualizada dos esquemas de comando modificado.

Com a industrialização da eletrônica, os custos diminuíram, ao mesmo tempo em que a flexibilidade aumentou, permitindo a utilização de comandos eletrônicos em larga escala.

Mas alguns problemas persistiram, e quem sentia estes problemas de forma significativa era a industria automobilística, pois a cada ano com o lançamento de novos modelos, muitos painéis eram sucateados pois os custos para alteração eram maiores do que a instalação de novos painéis.

Porém, em l968 a GM através de sua Divisão Hidromatic preparou as especificações detalhadas do que posteriormente denominou-se Controlador Programável (CP). Estas especificações retratavam as necessidades da indústria, independentemente do produto final que iria ser fabricado. Em 1969 foi instalado o primeiro CP na GM executando apenas funções de intertravamento.

Historicamente os CP's tiveram a seguinte evolução: De 1970 a 1974, em adição às funções intertravamento e sequenciamento (lógica), foram acrescentadas funções de temporização e contagem, funções aritméticas, manipulação de dados e introdução de terminais de programação de CRT (Cathode Ray Tube).

De 1975 a 1979 foram incrementados ainda maiores recursos de software que propiciaram expansões na capacidade de memória, controles analógicos de malha fe-

chada com algoritmos PID, utilização de estações remotas de interfaces de E/S (Entradas e Saídas) e a comunicação com outros equipamentos "inteligentes".

Com os desenvolvimentos deste período, o CP passou a substituir o microcomputador em muitas aplicações industriais.

Nesta década atual, através dos enormes avanços tecnológicos, tanto de hardware como de software, podemos dizer que o CP evoluiu para o conceito de controlador universal de processos, pois pode configurar-se para todas as necessidades de controle de processos e com custos extremamente atraentes.

A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Antes de iniciarmos nosso estudo dos controladores programáveis, precisamos sedimentar alguns conceitos importantes. Um destes conceitos está relacionado com às respostas para algumas perguntas :

O que é controle ?

Conforme o dicionário (Aurélio Buarque de Holanda Ferreira) podemos definir a palavra controle como segue :

[*Do fr. contrôle.] S. m. 1. Ato, efeito ou poder de controlar; domínio, governo. 2. Fiscalização exercida sobre as atividades de pessoas, órgãos, departamentos, ou sobre produtos, etc., para que tais atividades, ou produtos, não se desviem das normas preestabelecidas.*

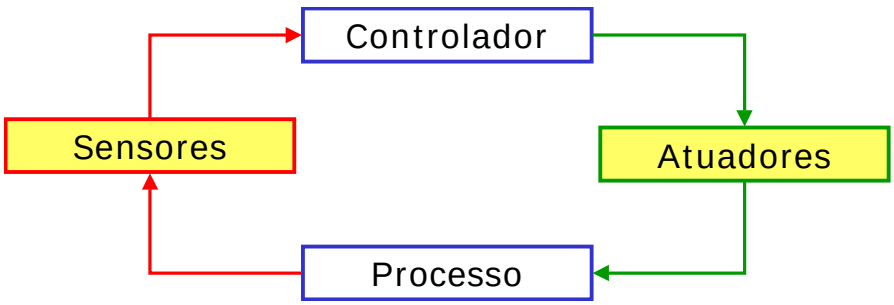


Figura 1- Diagrama de blocos de um sistema de autom ação

O controle, vendo sob o ponto de vista tecnológico, tem um papel importantíssimo no desenvolvimento de ações planejadas, modelando processos desde os mais simples até os mais complexos.

O que é automação industrial ?

Todas as vezes, relacionado a um processo, que introduzimos alguma nova técnica de controle estamos falando de automação industrial. Na verdade a utilização destas técnicas estará diretamente relacionada com o aumento de produtividade, qualidade, flexibilidade e confiabilidade. Note que o termo automação descreverá um conceito muito amplo, envolvendo um conjunto de técnicas de controle, das quais criamos um sistema ativo, capaz de fornecer a melhor resposta em funções das informações que recebe do processo em que está atuando. Dependendo das informações o sistema irá calcular a melhor ação corretiva à ser executada. Neste ponto podemos verificar as características relacionadas com os sistemas em malha fechada, também denominados sistemas realimentados (ver figura 1). A teoria clássica de controle define e modela, matematicamente, estas características dando uma conotação científica e tecnológica a este assunto.

NOÇÕES DE LÓGICA COMBINACIONAL

Nesta seção iremos trabalhar alguns conceitos importantes para o desenvolvimento de um processo lógico de raciocínio que mas adiante nos permitirá compreender como serão relacionados todos os fatores relevantes à elaboração de projetos envolvendo controladores programáveis.

1.1.1 OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

A teoria matemática das proposições lógicas foi apresentada em 1854 (1), pelo filósofo e matemático inglês George Boole (1815-1864), definindo assim os conceitos básicos da chamada álgebra de Boole para dois valores (sistema binário). Mas foi somente em 1938(2), que o engenheiro americano Claude Elwood Shannon, aplicou a teoria de Boole ao estudo e simplificação de funções usadas em telefonia, percebendo que as leis que regem as relações entre proposições lógicas eram as mesmas que se aplicavam para dispositivos de chaveamento de dois estados, já que estes dispositivos podem assumir os seguintes estados, como por exemplo : “ligado” ou “desligado”, “aberto” ou “fechado”, “potencial alto” ou ” potencial baixo”, “verdadeiro” ou “falso”.

(1) Intitulado como *An Investigation of the Laws of Thought*
(2) Trabalho entitulado como *Symbolic Analysis of Relay and Switching*

1.1.1.1 FUNÇÕES BOOLEANAS

A álgebra de Boole está estruturada da seguinte maneira : Um conjunto **S**; três operações definidas sobre **S** (operação **E**, **OU** e **COMPLEMENTO**); Os caracteres ***0*** e ***1***. Não abordaremos de forma detalha os teoremas, postulados e leis desta teoria.

Mas a idéia de uma função lógica segue o mesmo conceito das funções da álgebra tradicional, onde uma função assume um único valor para cada combinação de valores possíveis assumidos pelas suas variáveis. Note, que na realidade uma função lógica (booleana) com n variáveis irá apresentar um total de combinações dadas por 2^n. Se adotarmos um procedimento formal para análise dos valores possíveis para uma

função booleana chegaremos a conclusão que o processo seria bastante cansativo e muito susceptível a erros, relacionados basicamente com a falta de atenção. Para facilitar esta análise foi proposta, pelo matemático inglês Charles Lutwidge Dogson(3) (1832-1898), uma forma tabular de representação conhecida como tabela verdade (truth table). A seguir mostraremos as equações algébricas e a tabela verdade dos operadores fundamentais da álgebra booleana.

(3) Cujo pseudônimo era Lewis Carrol, nome adotado quando escreveu o livro *Alice no País das Maravilhas*

1.1.1.2 OPERADOR "AND"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
F = A . B	A | B | F = A AND B 0 | 0 | 0 0 | 1 | 0 1 | 0 | 0 1 | 1 | 1

1.1.1.3 OPERADOR "OR"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
F = A + B	A | B | F = A OR B 0 | 0 | 0 0 | 1 | 1 1 | 0 | 1 1 | 1 | 1

1.1.1.4 OPERADOR "NOT"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
F = $\overline{A}$	A | F = NOT A 0 | 1 1 | 0

1.1.1.5 OPERADOR "NAND"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
$F = \overline{A \cdot B}$	A | B | F = A NAND B 0 | 0 | 1 0 | 1 | 1 1 | 0 | 1 1 | 1 | 0

1.1.1.6 OPERADOR "NOR"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
$F = \overline{A + B}$	A | B | F = A NOR B 0 | 0 | 1 0 | 1 | 0 1 | 0 | 0 1 | 1 | 0

1.1.1.7 OPERADOR "XOR"

Equação Algébrica	Tabela Verdade
$F = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$	A | B | F = A XOR B 0 | 0 | 0 0 | 1 | 1 1 | 0 | 1 1 | 1 | 0

TIPOS DE SINAIS

1.1.2 SINAIS ANALÓGICOS

São sinais que variam continuamente no tempo conforme uma regra de comparação à uma referência definida.

Exemplos : potenciômetros, transdutores de temperatura, pressão, célula de carga, umidade, vazão, medidores, válvulas e atuadores analógicos, acionamentos de motores, etc.

1.1.3 SINAIS DIGITAIS

São sinais que variam continuamente no tempo assumindo apenas dois valores definidos e distintos. Podemos ainda encontrá-los subdivididos em dois tipos :

1.1.3.1 SINGLE BIT

Dispositivos deste tipo apresentam sinais que poderão ser representados por bits individuais.

Exemplos : botões, chaves seletoras, chaves fim-de-curso, pressostatos, termostatos, chaves de nível, contatos de relês, contatos auxiliares de contatores, alarmes, solenóides, lâmpadas, bobinas de relês, bobinas de contatores, etc.

1.1.3.2 MULTI BIT

Dispositivos deste tipo apresentam sinais representados por bits agrupados em conjunto, formando assim o que chamamos de “palavra binária”.

Exemplos : encoder absoluto, chave thumbwheel, etc.

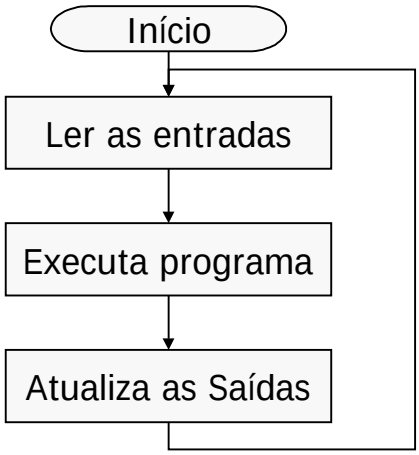
DEFINIÇÃO (IEC 1131-1)

Sistema eletrônico digital, desenvolvido para uso em ambiente industrial, que usa uma memória Programável para armazenamento interno de instruções do usuário, para implementação de funções específicas, tais como, lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e processos.

O CP e seus periféricos, ambos associados, são projetados de forma a poder ser integrados dentro de um sistema de controle industrial e finalmente usados a todas as funções as quais é destinado.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O Controlador Programável, como todo sistema microprocessado, tem seu princípio de funcionamento baseado em três passos:



Com a partida, o CP executará as seguintes tarefas:

1. Transferirá os sinais existentes na interface de entrada para a memória de dados (RAM).

2. Iniciará a varredura do software aplicativo armazenando na memória de programa (SCAN), utilizando os dados armazenados na memória de dados. Dentro deste ciclo, executará todas as operações que estavam programadas no software aplicativo, como intertravamentos, habilitação de temporizadores/contadores, armazenagem de dados processados na memória de dados, etc...

3. Concluída a varredura do software aplicativo, o CP transferirá os dados processados (resultados de operações lógicas) para a interface de saída. Paralelamente, novos dados provenientes da interface de entrada irão alimentar a memória de dados.

ASPECTOS DE HARDWARE

O diagrama de blocos abaixo representa a estrutura básica de um controlador programável com todos os seus componentes. Estes componentes irão definir o que denominamos configuração do CLP.

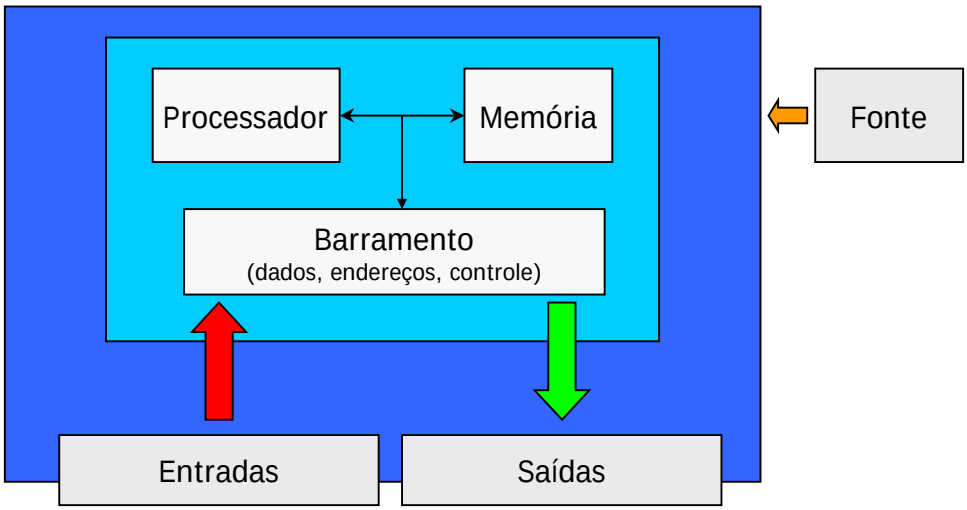


Figura 2 - Diagrama de blocos simplificado de um controlador programável

1.1.4 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte fornece todos os níveis de tensão exigidos para as operações internas do CP (Ex.: CPU, Memória, E/S).

1.1.5 CPU

A CPU é o cérebro do sistema. Ela lê o sinal das entradas na memória de dados, executa operações aritméticas e lógicas baseadas na memória de programa, e gera os comandos apropriados para a memória de dados controlar o estado das saídas.

Abaixo são apresentadas algumas considerações e características principais:

Utiliza microprocessadores ou microcontroladores de 8,16 ou 32 bits e, em CP's maiores, um coprocessador (microprocessador dedicado) adicional para aumentar a capacidade de processamento em cálculos complexos com aritmética de ponto flutuante.

A maioria dos fabricantes de CP's especificam os tempos de varredura como função do tamanho do programa (p.e.10ms/1k de programa), e situam-se na faixa de 0,3 até 10ms/k, caracterizando a existência de CP's rápidos e lentos.

Alguns fabricantes provêem recursos de hardware e software que possibilitam interrupções na varredura normal de forma a "ler" uma entrada ou "atualizar" uma saída imediatamente.

Recursos de auto-diagnose para detecção e indicação de falhas (Comunicação, memória, bateria, alimentação, temperatura, etc.) são também disponíveis em alguns CP's. Normalmente os indicadores estão localizados na parte frontal do cartão da UCP.

1.1.6 MEMÓRIAS

Memória de Dados : também conhecida como memória de rascunho. Serve para armazenar temporariamente os estados E/S, marcadores presets de temporizadores/ contadores e valores digitais para que o CPU possa processá-los. A cada ciclo de varredura a memória de dados é atualizada. Geralmente memória RAM.

Memória de Usuário : serve para armazenar as instruções do software aplicativo e do usuário (programas que controlam a máquina ou a operação do processo), que são continuamente executados pela CPU. Pode ser memória RAM, EPROM, EPROM, NVRAM ou FLASH-EPROM.

1.1.7 INTERFACES DE ENTRADA/SAÍDA

O hardware, de E/S, freqüentemente chamado de módulos de E/S, é a interface entre os dispositivos conectados pelo usuário e a memória de dados. Na entrada, o módulo de entrada aceita as tensões usuais de comando (24VCC,110/220 VCA) que chegam e as transforma em tensões de nível lógico aceitos pela CPU. O módulo de saída comuta as tensões de controle fornecidas, necessárias para acionar vários dispositivos conectados.

Os primeiros CP's, como já mencionado anteriormente, eram limitados a interfaces de E/S discretas, ou seja, admitiam somente a conexão de dispositivos do tipo ON/OFF (liga/desliga, aberto/fechado, etc.), o que, naturalmente, os limitavam um controle parcial do processo, pois, variáveis como temperatura, pressão, vazão, etc., medidas e controladas através de dispositivos operados normalmente com sinais analógicos, não eram passíveis de controle. Todavia, os CP's de hoje, provêem de uma gama completa e variada de interfaces discretas e analógicas, que os habilitam a praticamente qualquer tipo de controle.

As entradas e saídas são organizadas por tipos e funções, e agrupadas em grupos de 2, 4, 8, 16 e até 32 "pontos" (circuitos) por interface (cartão eletrônico) de E/S. Os cartões são normalmente do tipo de encaixe e, configuráveis, de forma a possibilitar uma combinação adequada de pontos de E/S, digitais e analógicas.

A quantidade máxima de pontos de E/S, disponíveis no mercado de CP's, pode variar desde 16 a 8192 pontos normalmente, o que caracteriza a existência de pequenos, médios e grandes CP's.

Embora uma classificação de CP's devesse considerar a combinação de diversos aspectos (n.º de pontos de E/S, capacidade de memória, comunicação, recursos

de software e programação, etc.), para propósitos práticos, podemos considerar a classificação proposta na figura a seguir.

1.1.8 PERIFÉRICOS

Dentre os diversos equipamentos periféricos ao CP's podemos destacar os de programação, que basicamente, tem por finalidade principal a introdução do programa de controle na memória do CP e a visualização e documentação do mesmo.

Os equipamentos de programação mais comumente utilizados são os seguintes:

1.1.8.1 TERMINAL INTELIGENTE

Sendo microprocessado, é capaz de executar funções de edição de programas e outras independentemente da UCP do controlador. Ele possui sua própria memória com software para criação, alteração e monitoração dos programas. A grande vantagem é a de poder também editar e armazenar os programas de controle sem estar acoplados ao CP. Esta capacidade é conhecida como programação "off-line".

Em geral, estes terminais possuem acionadores de "Floppy-Disks" (discos flexíveis) e programadores de EPROM's o que possibilita também o arquivo de programas tanto em Floppy-Disks como em EPROM's.

Alguns terminais possuem ainda uma interface de rede o que permite acoplá-los às redes locais de comunicação. Este arranjo permite o terminal acessar qualquer CP na rede, alterar parâmetros ou programas, e monitorar quaisquer elementos sem estar acoplado diretamente a qualquer CP. Com software adequado, este arranjo pode permitir também um meio centralizado de aquisição e apresentação, inclusive gráfica, dos dados dos diferentes controladores da rede.

Uma desvantagem, é que estes terminais não são intercambiáveis entre diferentes fabricantes de CP's.

1.1.8.2 MICROCOMPUTADORES

Com o advento dos microcomputadores pessoais (PC's) e com a crescente utilização dos mesmos em ambientes industriais, a grande maioria dos fabricantes desenvolveram software especiais que possibilitaram utilizá-los também como programadores tanto "on line" como "off line". A grande maioria destes software foram desenvolvidos com base na linha de micros compatíveis com os IBM-PC's, facilitando inclusive a compilação de programas em linguagens de alto nível (BASIC, C, PASCAL, etc.).

Há atualmente uma acentuada utilização destes equipamentos com CP's, principalmente como Interface Homem-Máquina/Processo no nível de Supervisão do controle de processos, tema este que abordaremos no capítulo 6.

1.1.8.3 MINI-PROGRAMADORES (TERMINAIS DE BOLSO)

São bastante compactos, assemelhando-se em muito com as calculadoras de mão. Este equipamento é preferencialmente utilizado para aplicação no campo, para testes e parametrização.

1.1.8.4 OUTROS PERIFÉRICOS

Ainda dentro da família de equipamentos periféricos aos CP's podemos destacar os seguintes:

INTERFACE HOMEM/MÁQUINA: Com dimensões reduzidas, são utilizados principalmente para introdução e visualização de dados e mensagens. São compostos de um teclado numérico-funcional, muitas vezes do tipo membrana, e de display alfanumérico, sendo gerenciados por um microprocessador.

IMPRESSORAS: São utilizadas normalmente para prover cópia do programa de controle e geração de relatórios e mensagens ao operador. A comunicação é feita normalmente através de interfaces de comunicação serial padrão RS 232C.

1.1.9 INTERFACEAMENTO DE PERIFÉRICOS

COMUNICAÇÃO SERIAL: É a mais comumente utilizada para a maioria dos periféricos e é feita utilizando-se simples cabos de par traçado. Os padrões mais utilizados são o RS 232C, loop de corrente 20mA, e o RS-422/RS-485 em alguns casos.

RS-232C: Este padrão define basicamente as características dos sinais elétricos, bem como os detalhes mecânicos (pinagem) da interface.
É empregada para velocidades de transmissão de até 20k baud (bits/seg) e distância máxima de 15 metros. (Com a utilização dos modems esta distância pode ser ampliada).

RS-422/RS-485: É uma versão melhorada do padrão RS-232C. Ela possibilita, principalmente, o emprego de velocidade de transmissão de até 100k baud para distância de até 1200m, podendo alcançar velocidades da ordem de MBaud para distâncias menores.

LOOP DE CORRENTE 20mA: A interface de loop de corrente é idêntica a RS-232C e, evidentemente como é baseada em níveis de corrente em vez de tensão, pos-

sibilita o emprego em distâncias bem maiores. Muitos CP's oferecem ambos os padrões, RS-232C e loop de corrente.

ASPECTOS DE SOFTWARE

Além do número de pontos de E/S, o que determina a utilização de um CP são os recursos de software disponíveis, isto é, que funções ele pode executar. Todos os CP's possuem as seguintes funções básicas de software :

- Lógica E, OU e XOR;
- SET e RESET
- Temporização e contagem;
- Cálculos com aritmética básica (+,-,x,?);
- Parênteses (para associação de lógicas);
- Comparação de valores;
- Registrador de deslocamento;
- Salto.

A medida que os CP's tem sua capacidade de processamento aumentada, surge a necessidade de funções de software mais avançadas, tais como:

- Cálculos com ponto flutuante;
- Cálculos integrais e trigonométricos;
- Malhas de controle PID;
- Posicionamento;
- Contagem rápida;
- Leitura de sinais analógicos;
- Leitura de sinais de temperatura;
- Linearização de sinais analógicos;
- Lógica fuzzi;
- Outros.

1.1.10 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

A programação traduz as funções a serem executadas; para tanto ela deve ser a mais simples possível. Utilizando-se de linguagem específica, baseando-se na memotécnica, a linguagem de programação usa abreviações, figuras e números de tal forma a formar-se acessível a todos os níveis tecnológicos.

Os tipos de funções são associações lógicas ("E", "OU", etc), funções de memória (SET, RESET, etc), funções de contagem, temporização, aritméticas e outras mais específicas. A forma visual que a instrução se apresenta depende unicamente do tipo de sistema utilizado pelo programador. Seja por exemplo, a associação lógica "OU" entre duas informações que chamaremos de entradas por traduzirem informações do processo. O resultado desta associação será armazenado em uma memória para de-

pois ser utilizado, na dependência da ordem de operação. Podemos representar essa associação na forma de diagrama de contatos (Ladder).

Podemos ainda representar a associação através de um esquema de funcionamento ou diagrama lógico.

As vantagens e desvantagens de cada uma das formas de linguagem de programação são dependentes dos conhecimentos do programador.

A linguagem mais difundida até agora tem sido o diagrama de contatos (LADDER), devido a semelhança com os esquemas elétricos usados para o comando convencional e a facilidade de visualização nas telas de vídeo dos programadores (CRT).

As funções aplicadas aos processadores de palavra (byte processor) são baseadas na mesma filosofia, porém as operações são de uma gama mais variada.

O Software pode apresentar-se de forma linear, onde o programa é varrido desde a primeira instrução até a última não importando-se com a necessidade ou não de ser executada parte do programa.

Essa programação linear é característica dos processadores mais simples (Bit Processor).

Outra forma de programação é a programação estruturada onde um programa principal é lido e, conforme a seqüência dos eventos, os blocos de programa e funções são executados.

A programação estruturada permite a otimização do Software adaptando assim as necessidades de cada comando, oferecendo ainda a possibilidade de utilização de subrotinas e subprogramas.

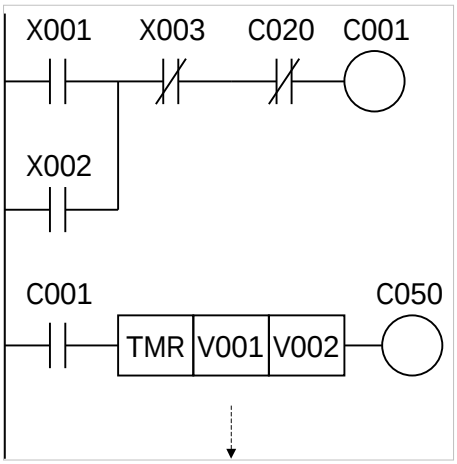
Alguns Softwares de programação permitem migrar de uma linguagem para outra. Como por exemplo, de Ladder para lista de instrução, de Ladder para diagrama lógico e vice versa.

Listas de instruções

```
.......
0001   STR          X001
0002   OR           X002
0003   AND   NOT    X003
0004   AND   NOT    C020
0005   OUT          C001
0006   STR          C001
0007   TMR   V001   V002
0008   OUT          C050
........
........
```

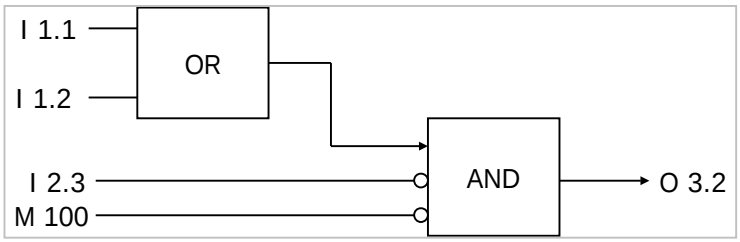
A lista ao lado mostra um exemplo da linguagem escrita na forma de mnemônicos booleanos (TP-02 - Weg).

Diagrama de contatos



Ao lado apresentamos um exemplo de instruções escritas na forma de diagrama de contatos ou Ladder (TP-02 – Weg).

Diagrama de blocos



Ao lado temos um exemplo de instruções escritas em diagrama de blocos ou blocos funcionais.

SISTEMAS ASSOCIADOS

Atualmente os controladores programáveis trabalham isoladamente, exceto em aplicações muito pequenas, e de maneira geral eles compõem com outros equipamentos um sistema integrado de controle. A seguir abordaremos algumas questões interessantes com relação a este aspecto.

1.1.11 REDES DE COMUNICAÇÃO

A necessidade de interligação de vários equipamentos “inteligentes”, sejam eles CPs ou computadores, fez desenvolver-se o conceito de redes locais.

As mesmas tem aplicações em diversas áreas como automação de escritórios, comercial, bancária e industrial, com requisitos próprios para cada área.

Uma rede local industrial deve possuir as seguintes características:

- Capacidade para suportar controle em tempo real.

- Alta integridade dos dados através de detecção de erro.
- Alta imunidade à ruído.
- Alta confiabilidade em ambiente desfavorável.
- Adequação a grandes instalações.

A fim de permitir processamento de dados (aquisição) centralizado e controle distribuído, adequando desta forma os tempos de varredura e capacidade de memória dos vários integrantes da rede, a mesma, bem como, os CP's a ela acoplados, devem prover as seguintes funções:

- Comunicação entre CP's e outros centralizadores (um outro CP, computador, etc.).
- Transferência de dados de um terminal ou computador a qualquer CP.
- Transferência de dados de qualquer CP a um terminal ou computador.
- Operação de leitura/escrita de valores de registros de E/S de qualquer CP.
- Monitoração de estado do CP e controle de sua operação.

As redes de comunicação de CP's existentes no mercado caracterizam-se pela diversidade das técnicas adotadas (topologias, métodos de acesso, protocolos, etc.) e capacidade de transmissão, com velocidades de 19.2 KBaud à até 2M baud.

A topologia de uma rede define como os nós (no caso, os CP's, computadores, terminais, etc.) estão conectados à mesma, e pode configurar-se basicamente de 3 formas: Estrela, Barramento Anel, onde os fatores desempenho do fluxo de dados, custos de implementação e confiabilidade, variam com o uso de uma ou outra configuração, sendo muitas vezes utilizada uma composição das mesmas.

Como já mencionado anteriormente, a topologia tipo barramento requer que seja definido o método no qual um CP possa acessar a rede para a transmissão de uma informação.
Os métodos mais comumente utilizados são:

"POLLING (ELEIÇÃO), DETEÇÃO DE COLISÃO e "TOKEN PASSING" (PASSAGEM DE FICHAS)

Os tipos atualmente mais utilizados em CP's são os cabos de par trançado e coaxiais. Os primeiros, bem mais baratos, em aplicações ponto-a-ponto podem cobrir distâncias de até 1200 metros, com velocidades de até 250k baud. Todavia, em aplicações com topologia de barramento comum, a velocidade máxima de transmissão recomendada é de 19.2 kBaud.

Em algumas aplicações já utiliza-se fibra ótica, porém os custos envolvidos com esta tecnologia ainda são elevados.

Podemos dizer que, basicamente, um protocolo é um conjunto de regras que devem ser atendidas para que dois ou mais equipamentos "inteligentes" possam se

comunicar, e cada fabricante de CP possui a sua “regra”, ou seja, seu protocolo de comunicação.

Esta incompatibilidade nos protocolos dos diversos fabricantes tem dificultado a necessidade crescente de interconexão de seus equipamentos, de diferentes tecnologias, nos projetos de automação integrada de uma indústria.

Com o propósito de se criarem padrões, várias entidades e organizações internacionais, tais como a ISO, IEC, IEEE,ANSI, entre outras, tem apresentado proposta/modelos de padronização.

FIELD BUS, que objetiva interligar equipamentos primários localizados no campo, ou seja, junto ao processo, com o nível superior de controle e supervisão. São considerados equipamentos primários, transdutores e atuadores “inteligentes”, incluindo controladores de motores, e até pequenos CP’s ou remotas de E/S.

Um dos padrões que está sendo adotado de forma mais veemente é o PROFIBUS (norma DIN 19245 partes 1 e 2). Os grandes fabricantes europeus adotaram este padrão e já possuem equipamentos que se comunicam nesta rede.

Para comunicação do CP com E/S remotas foi criado o PROFIBUS-DP (norma DIN 19245 parte 3).

1.1.12 SUPERVISÃO E CONTROLE

Um sistema de controle de um máquina, conjunto de máquinas ou processo, pode configurar-se de diversas formas: individualmente, centralizado ou distribuído.

A definição e adoção da forma mais adequada, vai depender, também, de uma avaliação dos diversos aspectos envolvidos, tais como, complexidade do sistema, flexibilidade desejada, nível de redundância, integração, manutenabilidade, custo, etc. O que vale a pena destacar, é que o controlador programável, independentemente da configuração adotada, aparece como uma excelente opção, como equipamento de controle. Os recursos de software para funções de sequenciamento e intertravamento, controle de malha aberta e fechada, bem como, a disponibilidade de distribuição do controle, através das redes de comunicação e dos seus módulos especiais inteligentes, permitindo, desta forma, a implementação parcial ou total da redundância no sistema, confirmam nossa afirmação.

Os sistemas modernos de automação industrial estão sendo baseados em arquiteturas verticalmente distribuídas, conforme a figura 3.

A implementação do nível de supervisão do controle do processo, ou seja, da interface homem-processo, assume, também, papel muito importante dentro desta estrutura hierárquica de controle. Evidentemente, existem várias maneiras de implementação, e a utilização de CP’s, no nível de controle, possibilita tais opções. A utiliza-

ção dos tradicionais painéis sinópticos de controle, em função da ocupação em demasia, muitas vezes, do espaço disponível, bem como, pela pouca flexibilidade para possíveis alterações, tem sido preterida.

Figura 3 - Arquitetura de um sistema de automação

A opção que vem se apresentando como bastante atraente, sendo cada vez mais empregada, tanto no mercado internacional como brasileiro, é a utilização dos microcomputadores e seus periféricos, como interface homem-processo.

O êxito da utilização deste equipamento em conjunto com CP's, é decorrente da sua série de vantagens proporcionadas:

- ambiente de hardware e software propício para o desenvolvimento de programas dedicados às funções de supervisão, tendo em vista, o bom suporte de software, especificamente linguagens de programação de alto nível;
- capacidade de memória e velocidade de processamento adequadas à maioria das aplicações;
- modularidade e portabilidade dos programas;
- facilidade de acréscimo de novas funções e de manutenção das já existentes;
- linguagem gráfica de fácil manuseio para construção de telas de sinópticos de processos, etc.;
- custo relativamente baixo.

A tendência verificada é a da utilização de microcomputadores compatíveis com o IBM-PC. A forma construtiva destes microcomputadores depende basicamente do local onde será instalado. Podendo ser um micro industrial de mesa, uma workstation com monitor e teclado incorporado, ou uma placa que pode ser conectada no próprio Rack do CP.

As principais funções implementadas pelo microcomputador são as seguintes:

- Apresentação de sinópticos do processo, com atualização dinâmica dos valores reais e teóricos das variáveis controladas;

- Apresentação de frontais de instrumentos, com informações relativas a cada malha, tais como, limites de alarme, ponto de ajuste (set-point), parâmetros de controle (ganhos), etc.;

- Registro de tendência (representação gráfica x tempo), em tempo real, das variáveis controladas;

- Registro de tendência histórica, através da armazenagem das informações anteriores, com apresentação sob solicitação ou freqüência pré-determinada;

- Registros de alarmes (ocorrências, conhecimento e retorno ao normal), e eventos (troca de estado das malhas, alteração de set-points, limites de alarmes, etc), com indicação da data, hora e descrição do evento ou alarme;

- Hard-copy das telas em impressoras;

- Manutenção de biblioteca de procedimentos padrão, para ser consultada pelo operador em caso de tomadas de decisão;

- entre outras.

A adoção de dois microcomputadores acoplados à rede de comunicação, com subdivisão de atribuições, bem como, a possibilidade de operação backup de cada um deles, ou seja, o controle integral de um no caso de uma falha do outro, é uma prática largamente empregada.

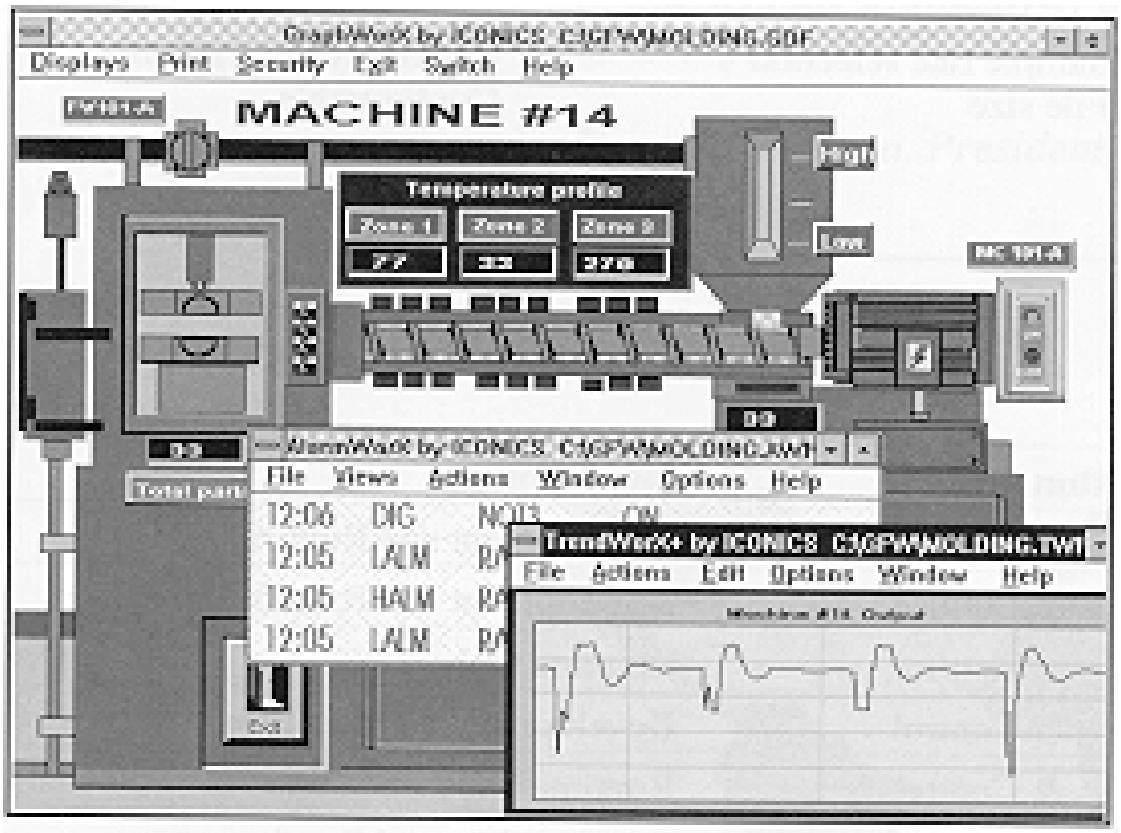


Figura 4 - Exemplo de tela utilizada em um sistema de supervisão

TERMINOLOGIA

A terminologia apresentada abaixo é normalmente utilizada com Controladores Programáveis.

ACOPLADOR ÓPTICO - Dispositivo que acopla os sinais de um circuito eletrônico a um outro através de radiação eletromagnética (luz).

ALFANUMÉRICO - Informações que consiste em caracteres alfabéticos, numéricos ou especiais.

ALGORITMO - Um procedimento passo a passo para resolver um problema, as vezes usado com relação a um programa de software.

AND ou E - Operação que gera um “1" lógico se e somente se todas as entradas forem “1". Na programação em diagramas de contatos, representa-se a operação E como um circuito em série.

ASSINCRONO - Não ligado a um clock (funciona fora das restrições do clock da CPU).

AUTODIAGNÓSTICO - O hardware e firmware dentro de um controlador, permitem que ele monitore seu próprio estado e indique qualquer falha que possa ocorrer dentro dele.

BAUD RATE - Uma medida de comunicação de transmissão serial de dados. É o número de bits transmitidos por segundo, incluindo bits de “partida” e “parada”.

BACKUP - Fonte de energia adicional cuja finalidade é reter as informações contidas em memórias voláteis (RAM), em caso de falha na alimentação do CP.

BCD - Valor decimal codificado em binário. Um sistema de codificação em que cada dígito decimal de 0 a 9 é representado por quatro dígitos binários (bits).

BINÁRIO - Um sistema de numeração que usa somente os algarismos “0" e “1". Também chamado base “2".

BIT -Um dígito binário; o menor elemento de dados digitais que pode ter o valor “0"u”1"

BIT DE PARIDADE - Um bit adicional acrescentado a uma palavra de memória para tornar a soma do número de “1" em palavra de paridade par ou impar.

BUFFER - Registro para armazenamento temporário de dados que pode permitir que os dados saiam em tempos ou taxas diferentes dos dados de entrada.

BURN - Operar um dispositivo a uma temperatura elevada para aumentar a probabilidade de que qualquer defeito do dispositivo cause uma falha. Utiliza-se no controle de qualidade de equipamentos eletrônicos.

BUS - Grupo de linhas para transmissão ou recepção de um grupo de bits associados para transferência ou controle de dados.

BYTE - Um grupo de 8 dígitos binários (bits) operados como uma unidade.

CANAL DE E/S - É um único circuito de entrada ou saída de uma unidade de E/S. Cada dispositivo de entrada ou saída do usuário é conectado a um canal de E/S.

CAPACIDADE ARITMÉTICA - A capacidade de executar operações aritméticas com o processador.

CARACTERE - Um símbolo de um conjunto de símbolos elementares, tais como uma letra do alfabeto ou um número decimal. Os caracteres podem ser expressos em muitos códigos binários.

CHAVE THUMBWHEEL - Uma chave numérica rotativa , usada para introduzir informações numéricas em um controlador.

CHECKSUM - (verificação de soma) Faz a auto-diagnose de toda memória do sistema.

CLOCK - Sinal básico para marcar o tempo. Os pulsos de clock são gerados periodicamente através do sistema e são usados para sincronizar a operação do equipamento.

CÓDIGO ASCII - (Código Padrão de Intercâmbio de Informações). Código Padrão usado em transmissão de dados, em que cada um dos 128 números, letras, símbolos e códigos de controle especiais, representado por um número binário de 7 bits.

CÓDIGOS MNEMONICOS - Nomes simbólicos para instruções, registros, endereços, etc.

COMPLEMENTO - mudança de “1" para “0" e “0" para “1".

CONTATO - Uma das partes que transmitem corrente de um relê chave ou um conector que são acoplados ou deslocados para abrir ou fechar circuitos elétricos.

CONTATO NORMALMENTE ABERTO - Um par de contatos que fica aberto quando a bobina de um relê não estiver energizada.

CONTROLE DISTRIBUÍDO - Um sistema de divisão de controle do processo ou da fábrica em diversas áreas de responsabilidade, cada uma administrada pelo seu próprio Controlador Programável, estando o conjunto todo interconectado através de bus de comunicação.

CONVERSOR DIGITAL/ANALÓGICO (D/A) - Dispositivo para converter uma palavra digital em sinal de tensão ou corrente analógica equivalente.

CP - Abreviação de Controlador Programável.

CPU -(Unidade Central de Processamento) - A parte de um Controlador programável que controla a interpretação e execução de instruções.

DIAGRAMA DE CONTATOS - Um diagrama que mostra os símbolos dos componentes reais e a configuração básica de fiação de um circuito lógico a relê.

DIAGRAMA LÓGICO - Um desenho que representa graficamente as funções lógicas E, OU, NÃO, etc. ...

DIGITAL - Uma referência para representação de dados por sinais discretos, como a presença ou ausência de um nível de sinal para indicar “1" ou “0" (dados binários). É também um tipo de alfanuméricos discretos e de forma completa.

DIGITO SIGNIFICATIVO - Um dígito que contribui para a precisão de um número.

DISQUETE - Placa circular fina e flexível de Mylar com uma superfície de óxido magnético na qual os dados são gravados em trilhas e da qual se pode ler os dados.

DISPLAY DE SETE SEGMENTOS -Um formato de display que consiste em sete barras dispostas de forma tal que cada dígito de 0 a 9 pode ser mostrado energizando-se duas ou mais barras.

DISPOSITIVO DIGITAL - Um dispositivo eletrônico que processa os sinais elétricos que tem apenas dois estados, como ligado ou desligado, tensões alta ou baixa.

DISPOSITIVO DE SAÍDA - Dispositivos como solenóides, partidas elétricas, lâmpada, etc... que recebem dados do Controlador Programável.

DOCUMENTAÇÃO - Uma coleção ordenada de dados gravados sobre hardware e software, tais como: esquemas, listagens, diagramas, etc ... para oferecer informações de referência para aplicação, operação e manutenção do CP.

E/S (“I/0”) - Abreviação de entrada/saída (“input/output”)

EDITAR - Modificar deliberadamente o programa armazenado do usuário.

EEPROM ou E2PROM - Memória apenas de leitura, programável, não volátil, que pode ser apagada eletricamente e reprogramada.

EPROM - Memória apenas de leitura, programável, não volátil, que pode ser apagada através de exposição da memória a uma fonte de luz ultravioleta e reprogramada.

EQUIPAMENTO PERIFÉRICO - Equipamentos que podem se comunicar com o CP. EX. Terminal de vídeo, microcomputador, impressora, gravador k-7, unidade de programação, etc...

EXECUÇÃO - A realização de uma operação específica tal como seria realizada através do processamento de uma instrução, de uma série de instruções ou de um programa completo.

EXCLUSIVE OR ou “OU EXCLUSIVO” (XOR) - Operação lógica entre dois dígitos binários que gera um resultado “1" se é somente se um dos dois dígitos tiver o valor “1" e, caso contrário, gera um resultado “0".

FIRMWARE - Software que foi tornado parte do hardware e transparente para o usuário. Ex.:Colocando-se o mesmo na ROM.

FLOPPY DISK - Vide Disquete.

FORÇAMENTO DE E/S - O processo de ultrapassar o estado verdadeiro de uma entrada ou saída. Essas funções normalmente é usada como uma ferramenta na depuração durante a partida (startup) do CP.

HAND SHAKING - Comunicação nos dois sentidos entre dois dispositivos para efetuar uma transparência de dados (isto é entre dois CP’s).

HARDWARE - Os dispositivos mecânicos, elétricos e eletrônicos que compõem um CP e os componentes aplicativos.

INSTRUÇÃO - Um comando que fará um CP executar uma certa operação prescrita.

INTERFACE - Unidade para conectar um CP aos dispositivos de aplicação do usuário.

ISOLAMENTO ELÉTRICO DE E/S - Separação dos circuitos de campo dos circuitos de nível lógico do CP, normalmente feito com isolamento óptico.

JUMP - Mudança na seqüência da execução das instruções do programa, alterando o contador do programa.

LCD - (Display de cristal líquido). Um display que consiste basicamente de um cristal líquido hermeticamente vedado entre duas placas de vidro.

LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL - Linguagem poderosa orientada para o usuário, tal como uma linguagem compiladora ou interpretador altamente capaz.
Ex.: Fortran, BASIC, C, Pascal, etc.

LINGUAGEM - Um conjunto de símbolos e regras para representar e comunicar informações (dados) entre as pessoas, ou entre pessoas e máquinas.

LINGUAGEM - Uma documentação impressa, tal como uma linguagem de contatos, lista de instrução, ou outro tipo de material impresso pelo programa.

LOCALIZAÇÃO (ÁREA) - Em relação a memória, em uma posição de armazenamento ou registro especificado por um endereço.

LÓGICA - Um processo de resolver problemas complicados através do uso repetido de funções simples que definem conceitos básicos. Três funções lógicas básicas são: E, OU e NÃO.

LÓGICA COMBINACIONAL - Circuito em que as saídas digitais dependem da combinação das entradas.

LOOP DE CORRENTE OU ELO DE CORRENTE - Uma interface de transmissão/recepção a dois fios na qual a presença de um nível de corrente de 20 mA indica dados (“1") e sua ausência indica nenhum dado (“0").

MARCADOR - Saída interna do CP que não é usada para acionar diretamente um dispositivo externo. Cada marcador é identificado por um único endereço atribuído pelo usuário. Também conhecido como bobina interna ou flag.

MEMÓRIA - Memória é um agrupamento de elementos de circuito que tem capacidade de armazenamento e recuperação. Ela fornece localizações para armazenamento temporário ou permanente de dados digitais.

MEMÓRIA DE DADOS OU MEMÓRIA DE RASCUNHO - Uma memória de alta velocidade usada pela CPU para armazenar temporariamente uma pequena quantidade de dados de forma que os dados possam ser recuperados rapidamente quando necessário.

MEMÓRIA NÃO VOLÁTIL - Uma memória cujos dados armazenados não se apagam pela interrupção de energia durante a operação.

MEMÓRIA VOLÁTIL - Uma memória cujo conteúdo se perde irrecuperavelmente quando acaba a energia de operação.

MICROCONTROLADORES - Um pacote de lógica eletrônica digital, em geral em uma única pastilha (chip), capaz de efetuar a execução da instrução, controle e processamento de dados associados com a CPU do CP.

MICROSSEGUNDO (?s) - Um milionésimo de segundo (0,000001 s).

MILISSEGUNDO (ms) - Um milésimo de segundo (0,001 s)

NAND ou “NÃO E” - Operação lógica que gera “0" se e somente se todas as entradas forem “1" (verdadeiras). Uma operação E negada.

NIBBLE - Grupo de 4 dígitos binários (bits).

NÍVEL LÓGICO - A grandeza de tensão associada com pulsos de sinal que representam os uns ou zeros (“1" e “0").

NOR ou “NÃO OU” - Operação lógica que gera “1" se e somente se todas as entradas forem “0" (falsas). Uma operação OU negada.

NOT OU “NÃO” - Operação lógica que gera “1" se e somente se a entrada for “0" e gera “0" se a entrada for “1".

NVRAM - (Memória de Acesso Aleatório Não Volátil). Um tipo especial de memória RAM que não perde seu conteúdo devido a perda de alimentação. Não é preciso bateria com esse tipo de memória.

OPERAÇÃO SERIAL - Tipo de transferência de informação pelo qual os bits são manipulados seqüencialmente e não simultaneamente como ocorre em uma operação paralela.

OPERAÇÃO ON-LINE - Operação em que o CP está controlando diretamente a máquina ou processo na fase de edição e depuração do programa.

OPERAÇÃO PARALELA - Tipo de transferência de informações em que todos os dígitos de uma palavra são manipulados simultaneamente.

OPERAÇÃO BOOLEANAS - Operações lógicas tais como E, OU, NÃO, ou EXCLUSIVO (baseado em lógica de dois estados, “1" ou “0").

OR ou “OU” - Operação lógica que gera “1" se qualquer uma das entradas for “1" (verdadeira).

PALAVRA BINÁRIA - Um agrupamento de uns e zeros que tem significado por posição, ou valor numérico no sistema binário de números. Ex.: 10010011 é uma palavra binária de oito bits.

PALAVRA - O número de bits necessários para representar uma instrução do CP, ou o número de bits necessários para representar o maior elemento de dados processados pelo CP.

PROCESSAMENTO DISTRIBUÍDO - O fornecimento de responsabilidades a diversos processadores que trabalham dentro de um mesmo sistema, e que operam ou mesmo nível de responsabilidade de controle ou como parte de um esquema hierárquico de controle.

PROGRAMA - Uma seqüência de instruções a serem executadas pelo processador para controlar uma máquina ou processo.

PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO - Programa especial para verificar a operação adequada do CP.

PROGRAMADOR - Um dispositivo para inserir, monitorar, editar um programa ou parametrizar dados em um CP.

RAM - (Memória de Acesso Randômico). Memória de leitura/escrita.

RECONHECIMENTO (ACKNOWLEDGE) - Sinal de controle para indicar a aceitação de dados de um processo de E/S. Este sinal pode ser feito via Software ou Hardware.

REGISTRADOR DE DESLOCAMENTO - Memória de armazenamento temporário na qual os dados de informação são deslocados uma ou mais posições de maneira contínua.

REGISTRADOR DE DESLOCAMENTO ASSINCRONO - Um registrador de deslocamento que não exige clock. Os segmentos de registrador são carregados e deslocados somente na entrada de dados.

REGISTRO - Um dispositivo de armazenamento para armazenar temporariamente um grupo de bits.

RELÉ - Um dispositivo operado eletricamente que comuta mecanicamente circuitos elétricos.

ROM - Memória apenas de leitura. Uma memória em que a informação é armazenada permanentemente durante sua fabricação.

RS-232C - Uma norma para a transmissão de dados através de um par de fios trançados; ela define atribuições de pinos, níveis de sinal, etc...

SAÍDA - Informação transferida do CP através dos módulos de saída para controlar dispositivos de saída.

SIMBOLOGIA DE CONTATO - Também conhecida como de escada, ela expressa a lógica do controlador, programada pelo usuário.

SOFTWARE - Programas de instruções, incluindo os programas operacionais do sistema (executivos) e programas introduzidos na memória pelo usuário (aplicativos).

SOFTWARE APLICATIVO - Programa desenvolvido pelo usuário o qual é responsável pelas operações e controle da máquina e/ou processo. Este programa normalmente é armazenado em memória não volátil e está disponível ao usuário para modificações.

SOFTWARE OPERACIONAL OU SISTEMA OPERACIONAL - Programa responsável pelo gerenciamento das funções internas de controle de um CP. Este programa é armazenado em memória não volátil e não está disponível ao usuário.

TEMPO DE EXECUÇÃO - O tempo total exigido para a execução de uma operação específica.

TEMPO DE VARREDURA - O tempo necessário para executar completamente o programa do CP uma vez, incluindo atualização de E/S.

UNIDADES DE ENTRADA/SAÍDA - Interface entre o processador do CP e os dispositivos externos conectados pelo usuário para comunicação de dados de entrada e saída do processador.

UNIDADE LÓGICA ARITMÉTICA - Circuito para combinar operados e operadores a fim de executar, por exemplo: adição, subtração, divisão, multiplicação, operações lógicas, deslocamento e complementação.

VARREDURA DE E/S - O tempo necessário para que o processador do CP monitore todas as entradas e controle todas as saídas.

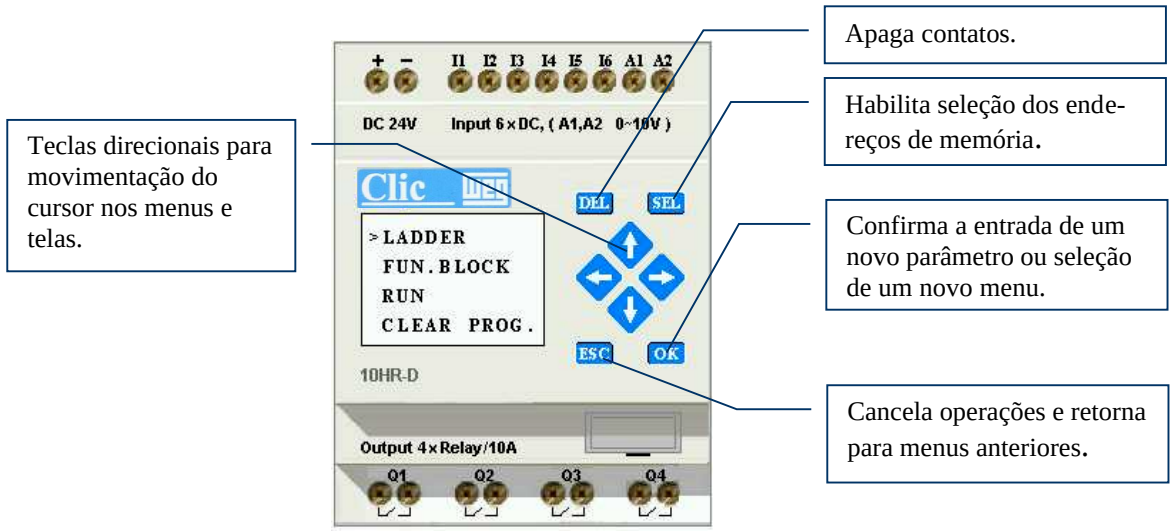
VARREDURA DE PROGRAMA - O tempo necessário para que o processador execute uma vez todas as instruções no programa.

WATCHDOG - Uma combinação de Hardware e Software que age como um esquema de intertravamento, desligando as saídas do CP do processo, na hipótese de um mal funcionamento do sistema.

ANEXOS

1.11.1 - MANUAL SIMPLIFICADO DO CLW-01

1.Menu Principal



Opções:

LADDER – Edição e monitoração das lógicas em diagrama de contatos (LADDER).

FUN. BLOCK – Edição dos parâmetros dos temporizadores, contadores, entradas analógicas e monitoração do estado dos mesmos.

RUN/STOP – Quando o Clic estiver em operação aparecerá a opção STOP para passar o Clic para o modo de edição. Quando o Clic estiver em modo de edição aparecerá a opção RUN, para passar o Clic para o modo de operação.

CLEAR PROG. – Apaga a memória de programa do Clic. Esta opção após selecionada irá solicitar a confirmação do usuário.

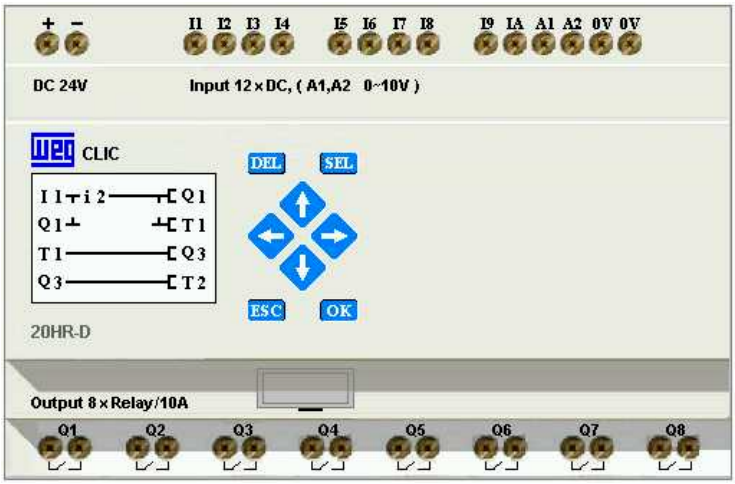
DOWN LOAD – Carrega o Programa do Clic para o Módulo de memória.

UP LOAD – Carrega o programa do Módulo de memória para o Clic.

RTC SET – Ajuste do relógio de tempo real, quando disponível.

PASSWORD – Bloqueia a visualização e edição da lógica. Obs.: Quando o programa estiver protegido, é necessário que seja digitada a senha correta para liberar a visualização ou edição da lógica. Para ativar novamente a proteção é necessário digitar novamente a senha.

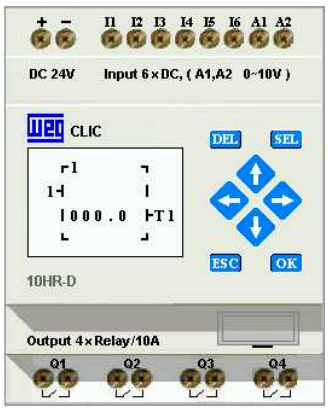
2. Editor LADDER



Para inserir um contato, posicione o cursor no local desejado com as teclas direcionais e pressione a tecla **SEL**, e utilize a tecla **OK** para confirmar. Com a teclas direcionais define-se o tipo e o número do endereço desejado. Para inserir um contato negado ou uma linha continua, pressione a tecla **SEL** novamente até chegar ao símbolo desejado. Tipos de endereços: **i?**: entrada digital, **G?**: comparador de entrada analógica (0 – 10V), **D** - pulso de subida (**d** - pulso de descida), **T?**: temporizador, **C?**: contador, **R?**: comparador de RTC, **M?**: marcador auxiliar, **Q?**: saída digital. A primeira letra minúscula seleciona o contato NF. Comandos especiais:

SEL + DEL apaga uma linha.
SEL + OK insere uma linha.
SEL + ?/? **:** exibe a tela anterior "?" ou próxima".

3. Function Block (Bloco de Função)

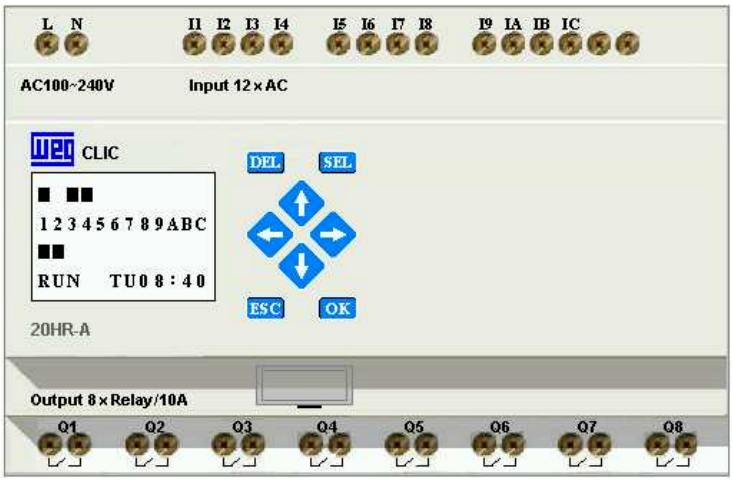


Edição dos parâmetros dos temporizadores, contadores , comparadores de entradas analógicas e comparadores de RTC. Também utilizado para monitorar os mesmos. Para alterar um parâmetro navegue utilizando as teclas direcionais até posi-

cionar o cursor sobre o parâmetro desejado, pressione a tecla **SEL** e utilize as tecla direcionais para alterar os valores. Utilize a tecla **OK** para confirmar o valor. Comandos especiais:

SEL alterna entre os tipos de blocos de função.
SEL + ?/?: altera o endereço do bloco.

4. Display de Monitoração das Entradas e Saídas Digitais



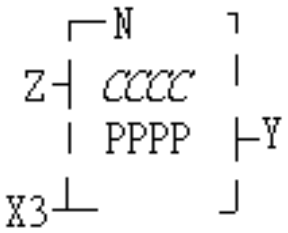
Indica o estado das entradas e saídas digitais, caso uma entrada for acionada aparec e-rá uma indicação acima do número da mesma, caso uma saída for acionada aparecerá uma indicação abaixo do número da mesma.

Para retornar ao menu principal pressione a tecla **ESC**

5. Endereçamento

Código	Descrição
I1~IC	Entrada digital (NA)
i1~iC	Entrada digital (NF)
G1~G4	Comparadores de entradas analógicas
D	'ON' Pulso de subida
d	'OFF' Pulso de descida
T1~TF	Temporizador (NA)
t1~tF	Temporizador (NF)
C1~C8	Contador (NA)
c1~c8	Contador (NF)
R1~R8	Comparador de relógio de tempo real (NA)
r1~r8	Comparador de relógio de tempo real (NF)
M1~MF	Marcador auxiliar (NA)
m1~mF	Marcador auxiliar (NF)
Q1~Q8	Saída digital (NA)
q1~q8	Saída digital (NF)

6. Temporizadores



N = modo de operação do temporizador
Z = entrada para a seleção da base de tempo
X3 = é o endereço (I1 – g4) para a entrada de reset do temporizador
Y = número do temporizador (T1 ? TF) e o status do mesmo
CCCC = valor atual do temporizador (0000?9999 ou 000.0?999.9)
PPPP = preset do temporizador (0000?9999 ou 000.0? 999.9)

Os modos de operação são os seguintes :

Modo 1 – Retardo na energização.

Modo 2 – Retardo na energização memorizando o estado da saída após atingir o tempo até o acionamento da entrada de reset.

Modo 3 – Retardo na desenergização com entrada de reset (aciona a saída quando a entrada for acionada, temporiza após a entrada ser desacionada e desliga a saída no final da temporização).

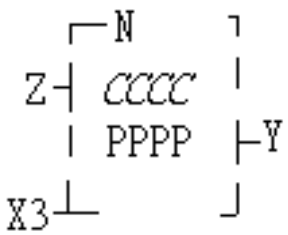
Modo 4 – Retardo na desenergização após o flanco de descida (aciona a saída quando a entrada for desacionada, temporiza após a entrada ser desacionada e desliga a saída no final da temporização).

Modo 5 – Modo oscilador.

Modo 6 – Modo oscilador com reset.

Modo 7 – Retardo na desenergização com entrada de reset

7. Contadores



N = modo de operação do contador
Z = define a direção da Contagem (ON progressiva, OFF regressiva
X3 = é o endereço (I1 – g4) para a entrada de reset do contador
Y = número do contador (C1 ? C8) e o status do mesmo
CCCC = valor atual do contador (0000?9999)
PPPP = preset do contador (0000?9999)

Todos os contadores são bidirecionais (com a entrada em nível lógico 0 conta no sentido crescente, com a entrada em nível lógico 1 conta no sentido decrescente).

Modo 1 – Ao atingir o valor ajustado, aciona a saída, permanecendo esta ligada até ser acionado o reset, ou invertido o sentido de contagem. Quando atingir o valor ajustado,

a contagem pára. Quando o sentido de contagem for decrescente, a saída irá acionar ao atingir o valor zero. Não mantém o valor de contagem quando desenergizado.

Modo 2 – Ao atingir o valor ajustado, aciona a saída, permanecendo esta ligada até ser acionado o reset, ou invertido o sentido de contagem. Quando atingir o valor ajustado, a contagem não pára, continuando a contar os pulsos. Quando o sentido de contagem for invertido, a contagem será decrementada do valor atual. A saída irá acionar ao atingir o valor zero.

Modo 3 - Idem ao modo 1, porém mantém o valor de contagem quando desenergizado.

Modo 4 - Idem ao modo 2, porém mantém o valor de contagem quando desenergizado.

8. Comparadores para Entradas Analógicas

N = seleção de modo da função de comparação
C.CCv = valor da entrada analógica 1
P.PPv = valor da entrada analógica 2
Y = número do comparador (G1 ? G4) e o status do mesmo
R.RRv = valor de ajuste da comparação

Modo 1 – Verifica se a diferença entre A1 e A2, é menor ou igual ao valor ajustado.

Modo 2 – Verifica se A1 é menor ou igual a A2.

Modo 3 – Verifica se A1 é maior ou igual a A2.

Modo 4 – Verifica se A1 é menor ou igual ao valor ajustado.

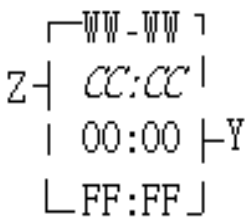
Modo 5 – Verifica se A1 é maior ou igual ao valor ajustado.

Modo 6 – Verifica se A2 é menor ou igual ao valor ajustado.

Modo 7 – Verifica se A2 é maior ou igual ao valor ajustado.

Obs.: O bloco comparador deve ser habilitado em LADDER

9. Comparadores para RTC (Relógio de Tempo Real)



WW-WW = dias da semana
Z = modo de operação
CC:CC = horário atual do relógio
Y = número do comparador (R1 ? R8) e o status do mesmo
OO:OO = horário para ligar
FF:FF = horárário para desligar

Modo 1 – O acionamento da saída acontece no horário de início da comparação ajustado, e o desligamento da mesma, acontece no horário de término da comparação ajustado. Este modo não leva em consideração o período da semana ajustado.

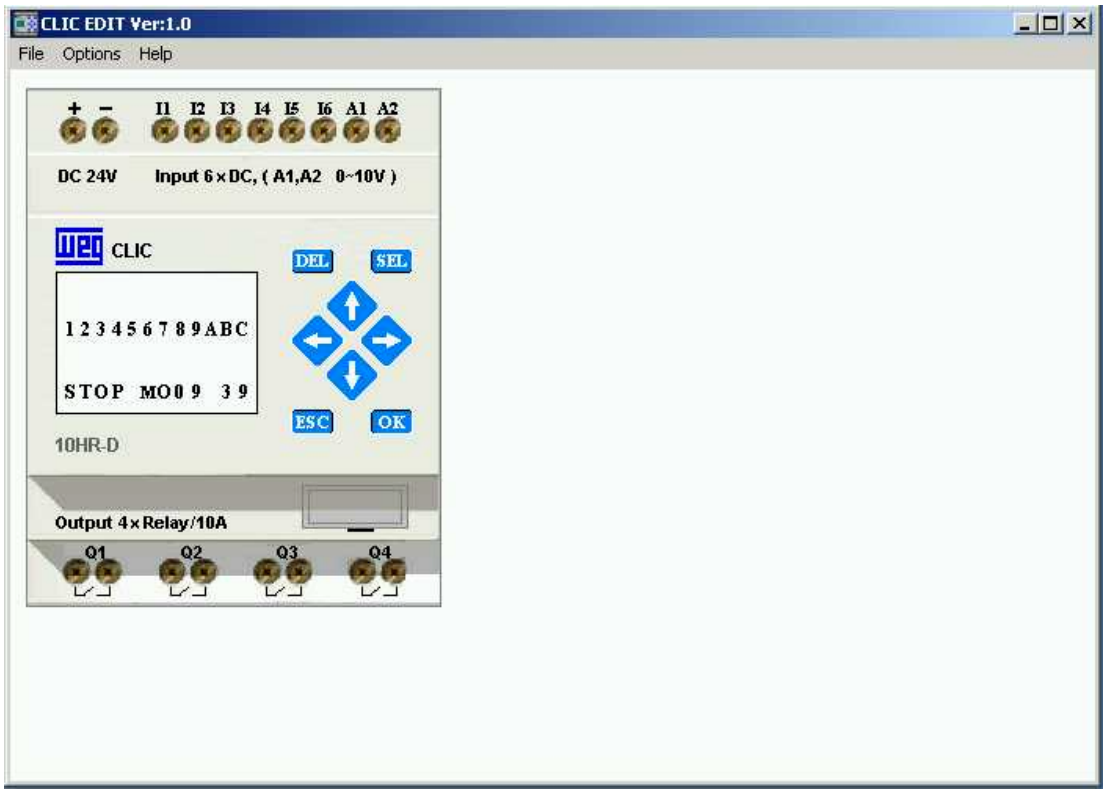
Modo 2 – O acionamento da saída acontece no horário de início da comparação ajustado, e o desligamento da mesma, acontece no horário de término da comparação ajustado. Este modo é habilitado somente no período da semana ajustado.

10. Clic Editor versão 1.0

O aplicativo também pode ser elaborado através da ferramenta de software Clic Editor. Abaixo apresentamos seus principais recursos.

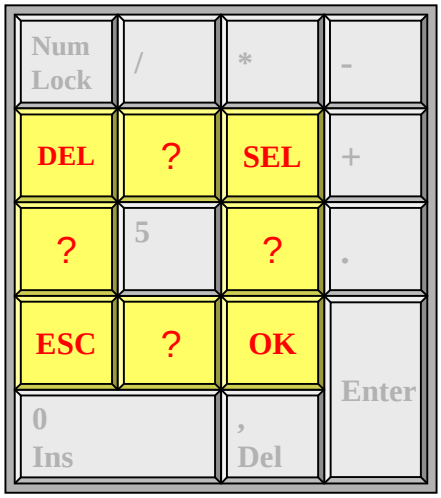
Tela Inicial

Ao ativar o programa irá aparecer a seguinte tela de apresentação :



As funções do editor são executadas partindo da barra de menus (ver tópico : Opções do menu File). De maneira geral, a interface do software segue as mesmas regras de edição usadas fisicamente no equipamento real. O usuário poderá utilizar o teclado numérico do computador como utiliza o teclado do Clic, tornando-se assim, mais ágil a tarefa de digitação do aplicativo.

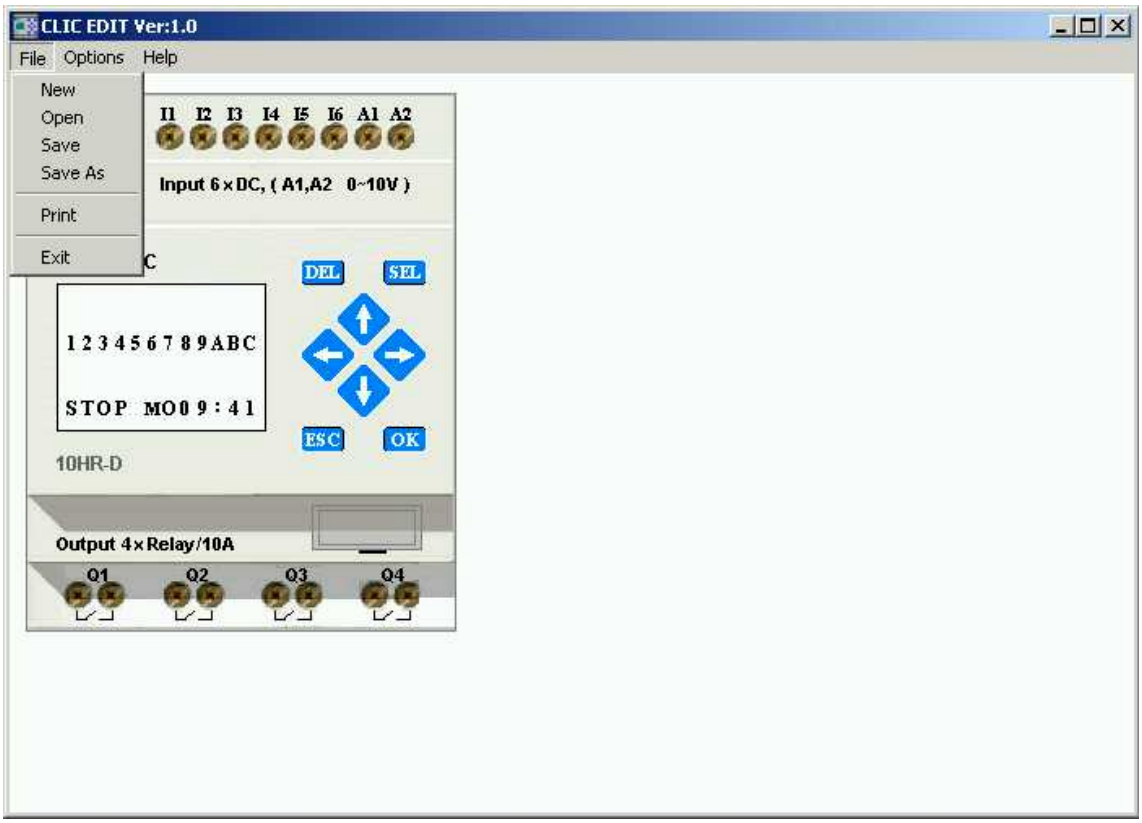
Para identificar facilmente as teclas que são utilizadas, a figura abaixo, representa o mapa do teclado númerico para o uso do Clic Editor :



Utilize estas teclas para facilitar o trabalho de edição do programa.

Menu File

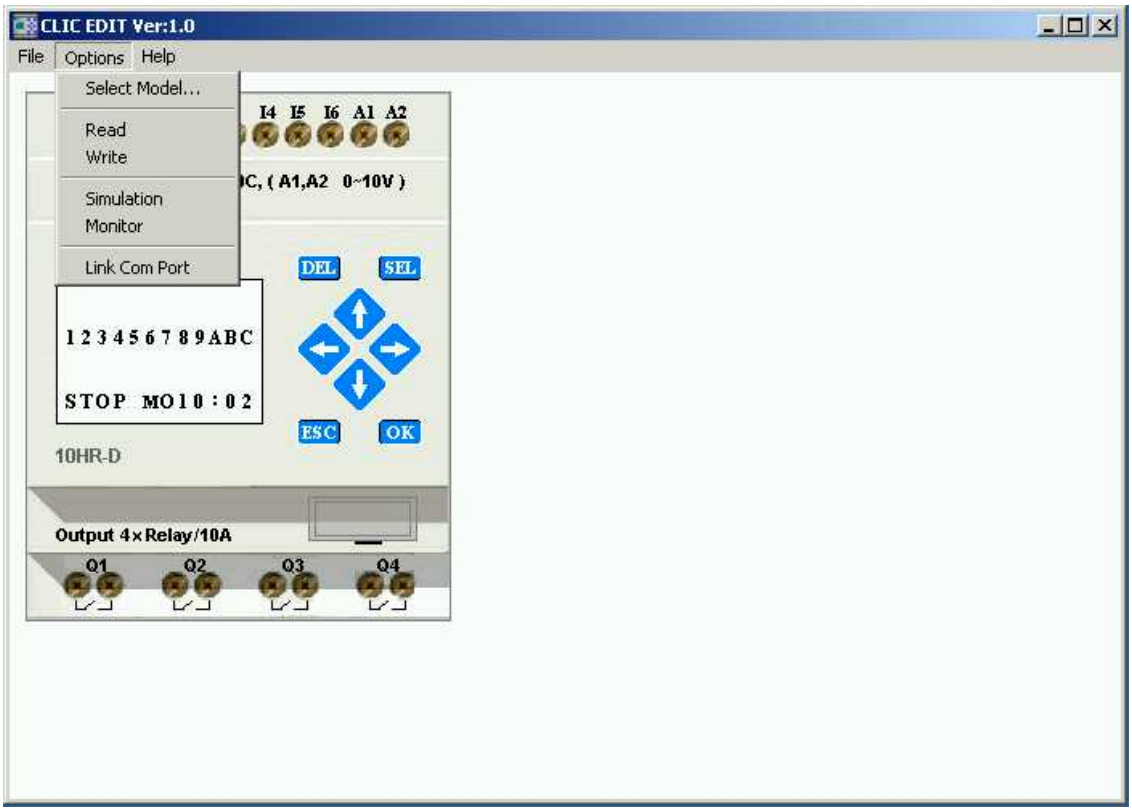
Este menu é utilizado para gerenciamento de arquivos e impressão. Abaixo são descritas cada uma das opções disponíveis.



Opções do Menu File :

- **New** .....: cria um novo projeto.
- **Open** .....: abre um projeto já existente.
- **Save** .....: salva o projeto que está sendo editado.
- **Save As** ...: salva o projeto ativo com outro nome.
- **Print** .....: imprime o projeto e seus parâmetros.
- **Exit** .....: para encerrar a edição e fechar o Clic Editor.

Menu Options



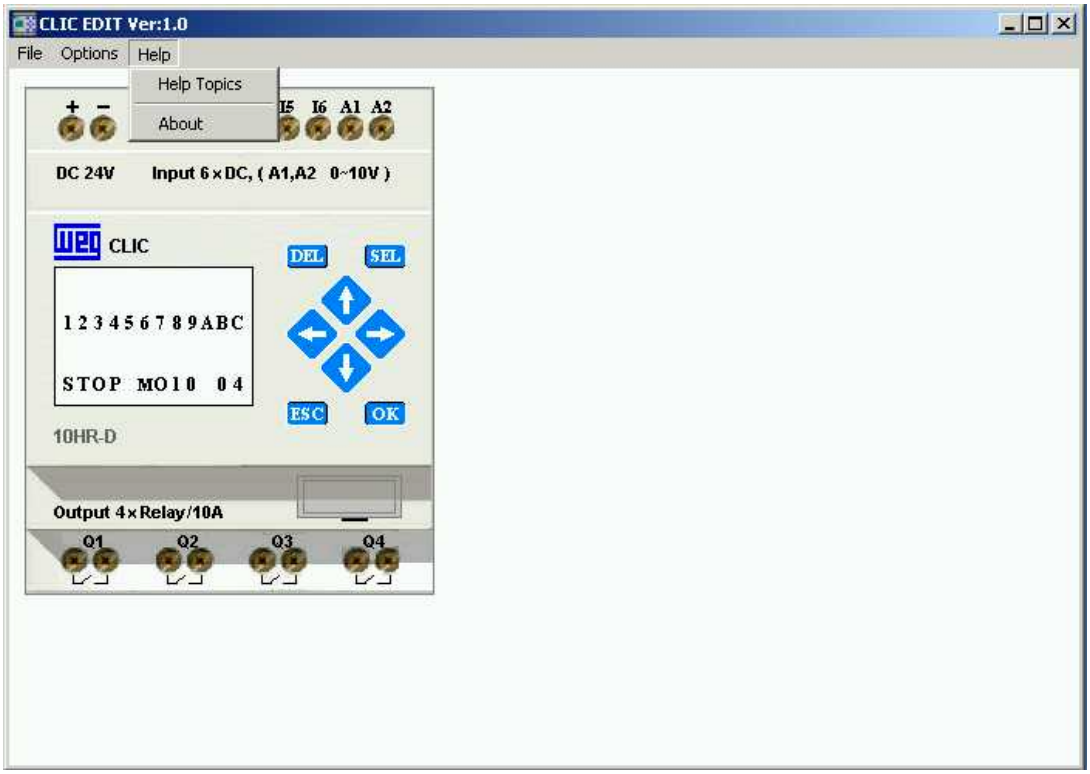
Opções do Menu Options :

- **Select Model** .....: para escolher o modelo do Clic a ser utilizado (ver observação).
- **Read** .....: para carregar no Clic Editor os dados armazenados na memória do controlador.
- **Write** .....: para transferir para o controlador os dados armazenados no Clic Editor.
- **Simulation** .....: para simular no Clic Editor a execução do programa.
- **Monitor** .....: permite acompanhar no Clic Editor a execução do programa.
- **Link Com Port** ...: estabelece a comunicação entre o controlador e o microcomputador.

Observação : A tabela abaixo apresenta os modelos de CLW disponíveis e suas características principais.

Código	Modelo	Tensão de Alimentação	Entradas		Saídas Digitais Rele 10A	Relógio Tempo Real
			Digitais	Analógicas 0...10Vcc		
417111070	CLW-01/10MR-D	24 Vcc	6	-	4	**Não**
417111071	CLW-01/10HR-D		4	2		**Sim**
417111072	CLW-01/10MR-A	110/220 Vca	6	-		**Não**
417111073	CLW-01/10HR-A		6	-		**Sim**
417111074	CLW-01/20MR-D	24 Vcc	12	-	8	**Não**
417111075	CLW-01/20HR-D		10	2		**Sim**
417111076	CLW-01/20MR-A	110/220 Vca	12	-		**Não**
417111077	CLW-01/20HR-A		12	-		**Sim**
417111078	Memória EEPROM	Memória para back-up				
417111079	Cabo Clic	Cabo de programação Clic				

Menu Help



Opções do Menu Help :

- **Help Topics** ...: ativa a ajuda online do Clic Editor.
- **About** .....: para ver informações sobre o Clic Editor.

1.11.2 - MANUAL DO PC12 DESIGN CENTER VERSÃO 1.74

Requisitos de Sistema

O PC 12 Design Center necessita dos seguintes requisitos básicos para funcionar corretamente :

- Um computador pessoal compatível com o IBM-PC com processador Pentium 133 MHz ou superior;
- Pelo menos 10 Mbytes de espaço livre de disco rígido;
- 32 Mbytes de memória RAM (64 Mbytes recomendado)
- Microsoft Windows 95 ou superior;

Nota : ***Feche todos os outros programas/aplicativos abertos pois o PC12 requer muita memória disp onível***.

Instalação

Para instalar o programa basta seguir os seguintes passos :

- Insira o disco 1/3 na unidade de disco flexível 3½";
- Através do botão "Iniciar" , escolha a opção "Executar" e procure pela unidade de disco fl exível;
- Clique duas vezes sobre o ícone do SETUP;
- Em seguida o programa instalará o PC12 Design Center na pasta c:\Program Files\PC12 Design Center e criará um grupo de programa chamado PC12 na área de trabalho do Windows;
- Para facilitar a execução você poderá criar um atalho na área de trabalho.

Nota : ***Caso ocorra algum problema ou falha durante a instalação do PC12, entre em contato com a Weg I ndústrias Ltda – Divisão Automação.***

Visão Geral

O PC12 Design Center permite ao usuário criar o software aplicativo para toda linha TP02 de controladores programáveis. A seguir faremos uma descrição das principais caracterí s-ticas (telas, menus, comandos básicos, arquitetura de memória, etc ...) , bem como aplicaremos alguns exercícios para fixação dos conceitos e comandos.

Tela Principal

A figura 1 mostra a tela principal do PC12 Design Center. Os detalhes referentes a cada uma das partes da interface é feita em seguida.

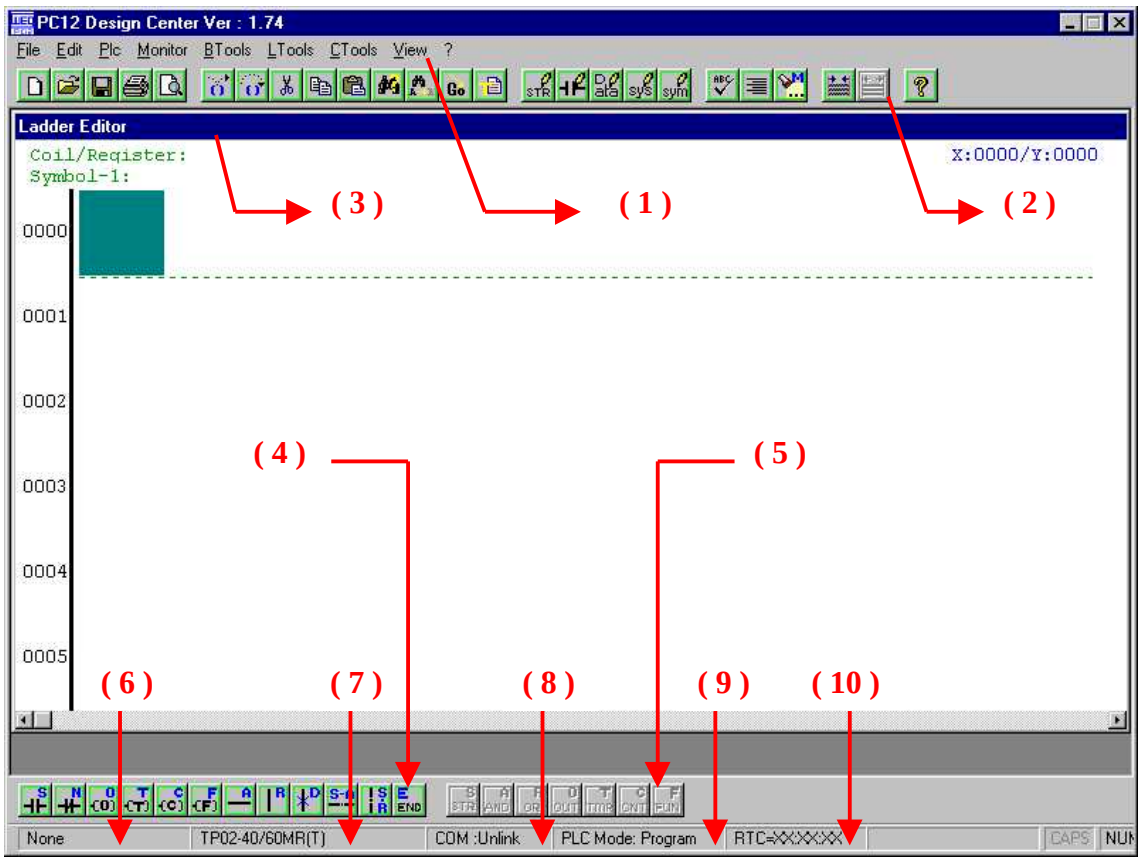


Figura 5 - Tela Principal

(1) – Menu Principal
(2) – Barra de Botões
(3) – Tela de edição do programa
(4) – Barra de Ferramentas do editor Ladder
(5) – Barra de Ferramentas do editor Boolean
(6) – Nome do arquivo ativo para edição
(7) – Indicação do módulo básico
(8) – Porta de comunicação serial selecionada
(9) – Status de operação do TP02
(10) – Display do Relógio de Tempo Real (**R**eal **T**ime **C**lock), disponível so mente para os módulos de 40 e 60 pontos.

Opções do *Menu Principal* :

File Menu (Menu Arquivo)

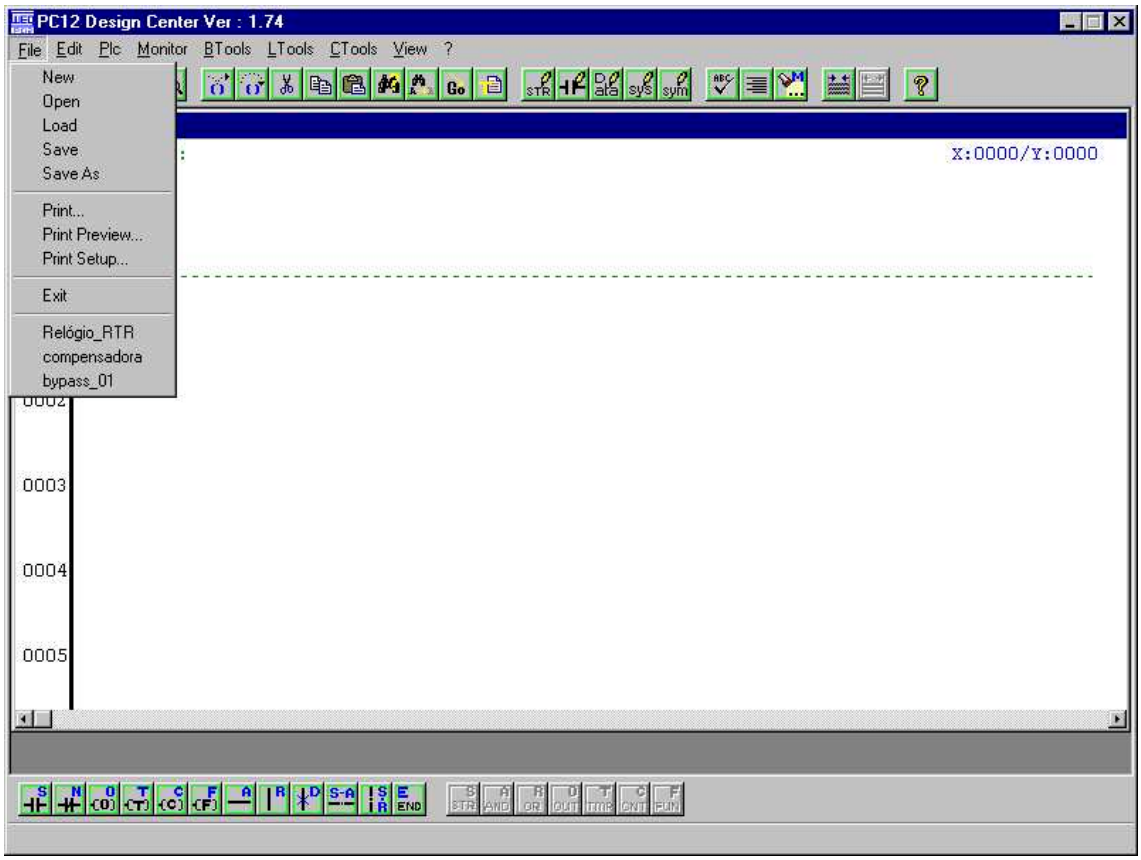


Figura 6 - File Menu (Menu Arquivo)

- **New** (Novo) : Para criar um novo arquivo de programa;
- **Open** (Abrir) : Para abrir um arquivo de programa previamente criado;
- **Load** (Carregar) : Para carregar um outro programa no aplicativo ativo;
- **Save** (Salvar) : Para salvar o programa que está sendo editado (*);
- **Save As** (Salvar Como) : Para salvar o programa ativo com um outro nome;
- **Print** (Imprimir) : Para imprimir o aplicativo ou seus parâmetros;
- **Print Preview** (Visualizar Impressão) : Permite uma visualização antecipada do aplicativo ou seus parâmetros;
- **Print Setup** (Ajuste de Impressão) : Para selecionar e configurar a impressora;
- **Exit** (Sair) : Para encerrar a edição e fechar o PC12 Design Center;

Barra de Botões (**) :

	New		Print Preview
	Open		Print
	Save		

(*) Quando um aplicativo é salvo são gerados os seguintes arquivos :

- nomearquivo.PLC : define o programa do usuário (aplicativo);
- nomearquivo.sys1 : arquivo de dados para a memória de sistema (WSxxx);
- nomearquivo.sys2 : arquivo de dados para os marcadores especiais (SCxxx);
- nomearquivo.cnt : salva a posição (endereço) do final do programa Ladder;
- nomearquivo.reg1 : arquivo de dados para os registradores Vxxxx;
- nomearquivo.reg2 : arquivo de dados para os registradores Dxxxx;
- nomearquivo.reg3 : arquivo de dados para os registradores WCxxxx;
- nomearquivo.sym : arquivo de dados para o rótulos (symbols);
- nomearquivo.file : arquivo de dados para os registradores de texto;
- nomearquivo.cmt : arquivo de dados para os comentários do aplicativo;
- nomearquivo.typ : registra o tipo de módulo básico;

(**) A Barra de Botões permite um acesso mais rápido e direto ao menu desejado.

Edit Menu (Menu Editar)

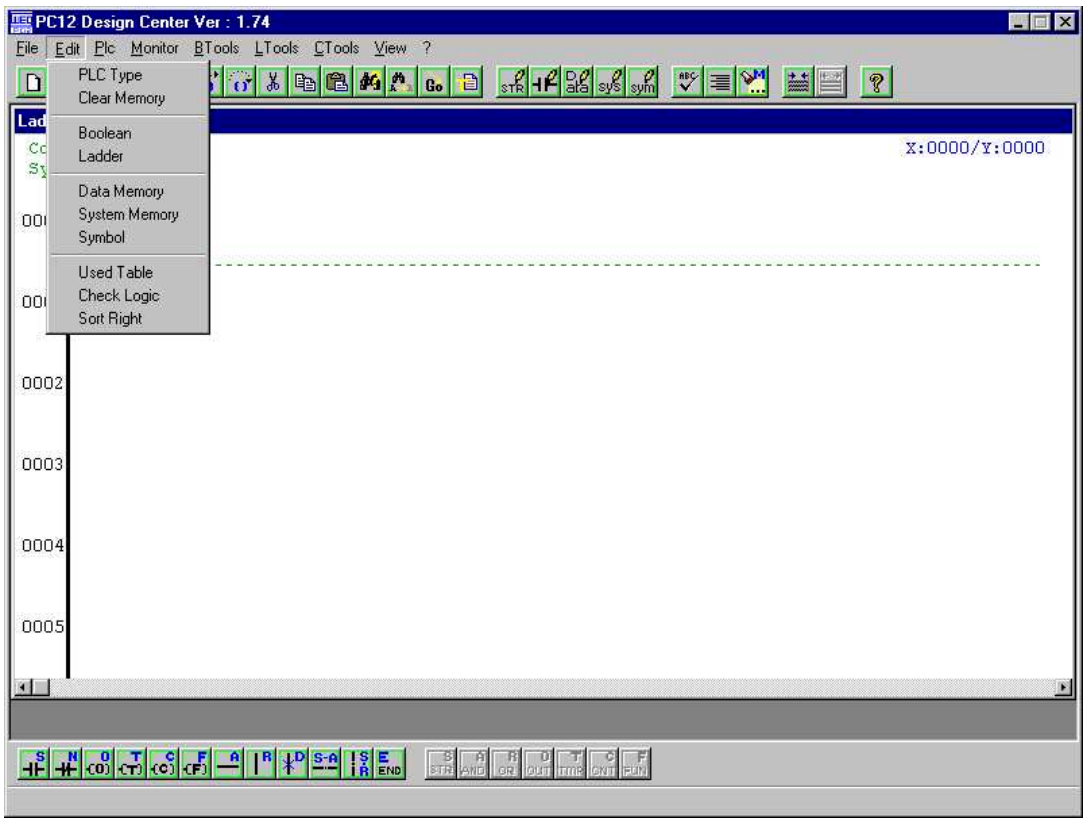


Figura 7 - Edit Menu (Menu Editar)

- **PLC Type** (Tipo de PLC) : Define o tipo de unidade básica para o qual será criado o aplic ativo;

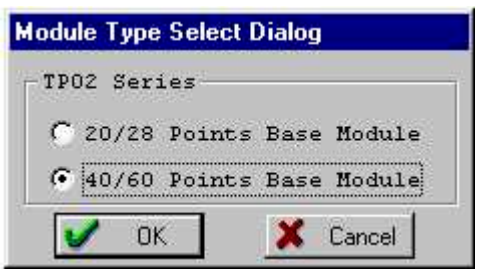


Figura 8 - Caixa de diálogo CLP Type

	Capacidade de memória disponível	TP02 - 20/28 pontos	1,5 kwords
		TP02 – 40/60 pontos	4,0 kwords

- **Clear Memory** (Limpar Memória) : Para limpar o aplicativo e/ou ajustes do PC12 conforme as seguintes opções :

Figura 9 - Caixa de diálogo Clear Memory

- ***Clear Program*** – Apaga todas as instruções do aplicativo;
- ***Clear Symbol*** – Apaga todos os rótulos atribuidos aos contatos e registradores;
- ***Clear System*** – Reseta todos os ajustes da System Memory (WSxxx) e marcadores especiais (SCxxx) para seus valores default;
- ***Clear Register/Data/Text*** – Limpa todos os valores dos registradores (Vxxx, Dxxx, WCxxx) e arquivos de texto (FL001~130);

- **Boolean** (Lista de Instruções) : Ativa o modo de edição em Booleano (lista de instruções);

Barra de Botões :

	Modo de edição em Boolean

	Esta função converterá o programa editado em linguagem Ladder (diagrama de contatos) para a codificação em Boolean (lista de instruções) automaticamente.

- **Ladder** (Diagrama de Contatos) : Ativa o modo de edição em Ladder (diagrama de contatos);

Barra de Botões :

	Modo de edição em Ladder

	Esta função converterá o programa editado em Boolean (lista de instruções) para Ladder (diagrama de contatos) automaticamente.

- **Data Memory** (Memória de Dados) : Para editar valores de dados ou conteúdo de registradores Vxxx, Dxxx, WCxxx, e arquivos de texto (FL001~130);

	Para que os registradores entre **V001~V256** recebam o valor atribuido pela caixa de diálogo mostrada na **Figura – 6**, o endereço **WS022** deve ser ajustado com o valor igual a **1**.

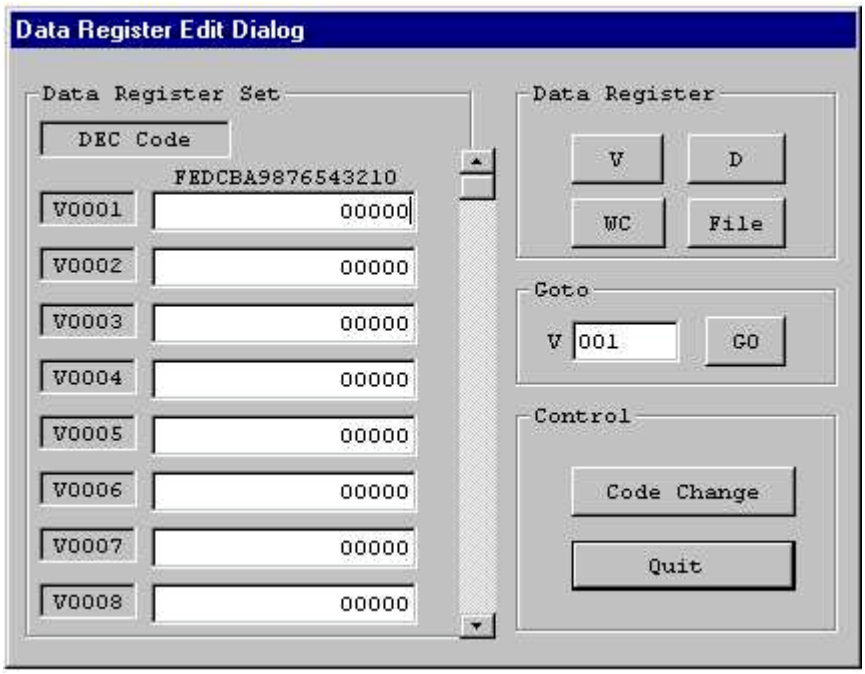


Figura 10 - Caixa de diálogo para edição dos registradores

Barra de Botões :

	Ativa a caixa de diálogo para edição da memória de dados (opção Vxxx) [?]

- **System Memory** (Memória de Sistema) : Para ajustar os parâmetros do TP02, incluindo a memória de sistema (WSxxx) e marcadores especiais (SCxxx);

Barra de Botões :

	Ativa a caixa de diálogo para edição da memória de dados (opções WS e SC) [?]

- **Symbol** (Rótulos) : Para atribuir rótulos aos endereços de entradas, saídas, acumuladores, sequenciadores, marcadores simples e especiais;

Barra de Botões :

	Ativa a caixa de diálogo para edição de rótulos (Endereços : Xxxx, Yxxx, Dxxx, Vxxx, Sxxx, Cxxx, SCxxx)

Exemplo : Suponhamos que no diagrama elétrico haja um botão designado como SH1 (tag ou rótulo) e que no endereçamento do software tenhamos definido esta entrada como X010. Poderemos associar ao endereço X010 o

[?] Ver a Figura - 6

rótulo/símbolo SH1, de maneira que quando lermos o aplicativo ficará fácil identificarmos o que aquele endereço representa no diagrama elétrico.

	O controlador reconhece somente o endereçamento

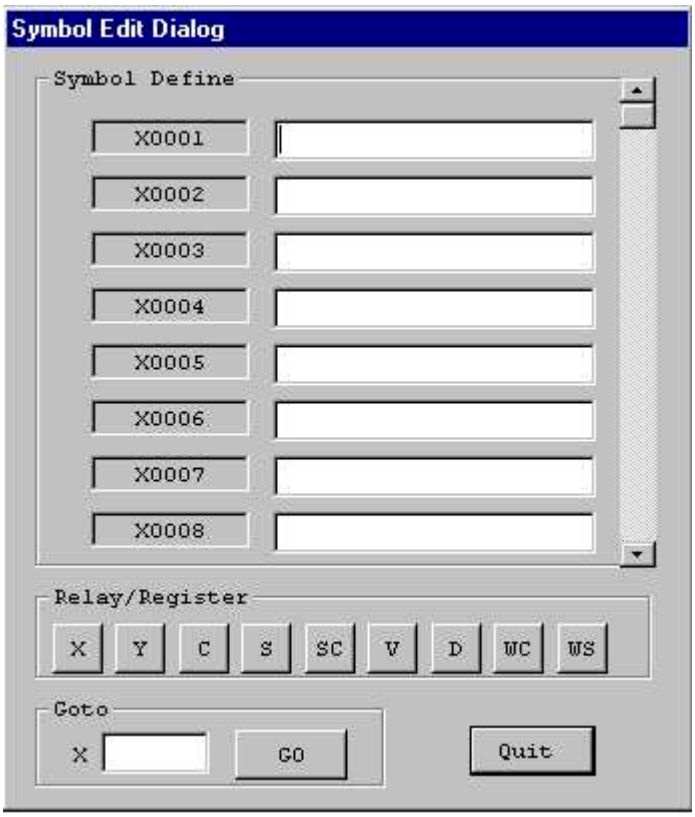


Figura 11 - Caixa de diálogo para definição de rótulos

- **Used Table** (Tabela de utilização) : Para verificar quais endereços estão sendo como *saídas* e acumuladores que estejam sendo com contatores/temporizadores dentro do aplicativo;

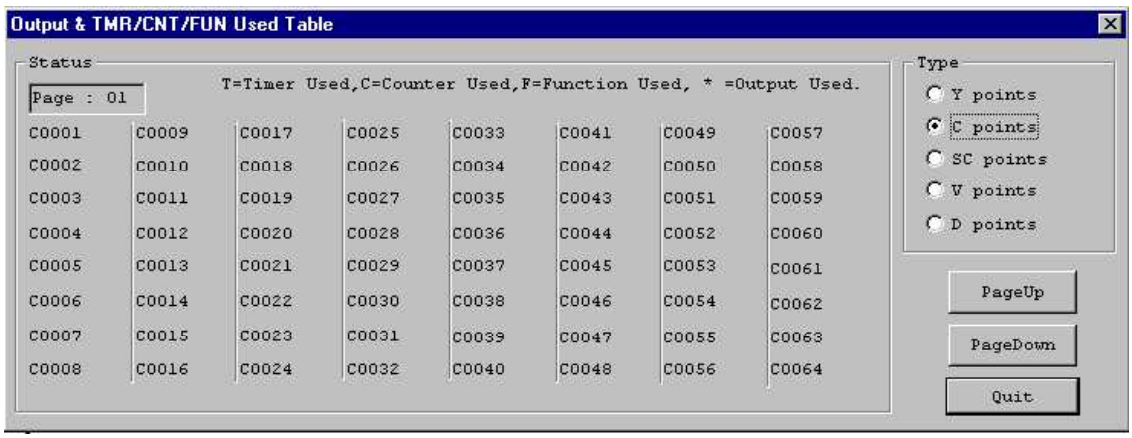


Figura 12 - Tela Used Table

Barra de Botões :

	Ativa a caixa de diálogo da tabela de utilização

	Quando um endereço estiver sendo utilizado, um asterístico aparecerá ao lado do mesmo na tabela mostrada pela **Figura-8**.

- **Check Logic** (Compilador) : Verifica se existem erros de sintaxe no aplicativo e gera o arquivo executável que será escrito na memória do controlador;

	Efetua a compilação e gera o programa executável do software aplicativo

	Quando o compilador encontra algum erro é emitido uma mensagem especificando o tipo de problema encontrado. Cada erro possui uma mensagem específica e esta codificação é apresentada detalhadamente no tópico “Mensagens de Erro”..

- **Sort Right** (Alinhamento a direita) : Alinha a última célula de cada linha de programa com o lado direito da tela de edição;

Barra de Botões :

	Para alinhar últimas células a direita da tela de edição

Exemplo :

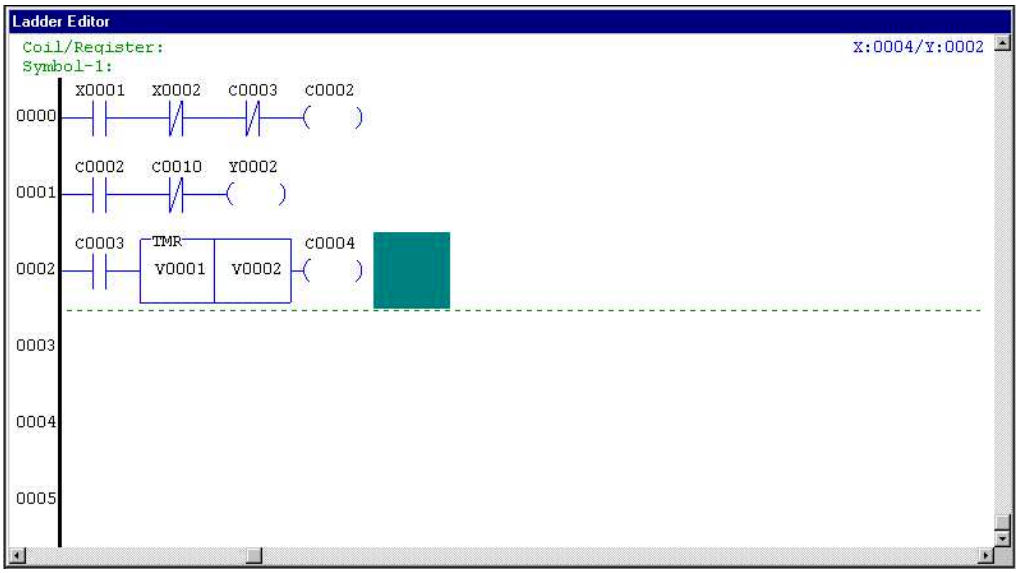


Figura 13 - Tela antes do comando Sort Right

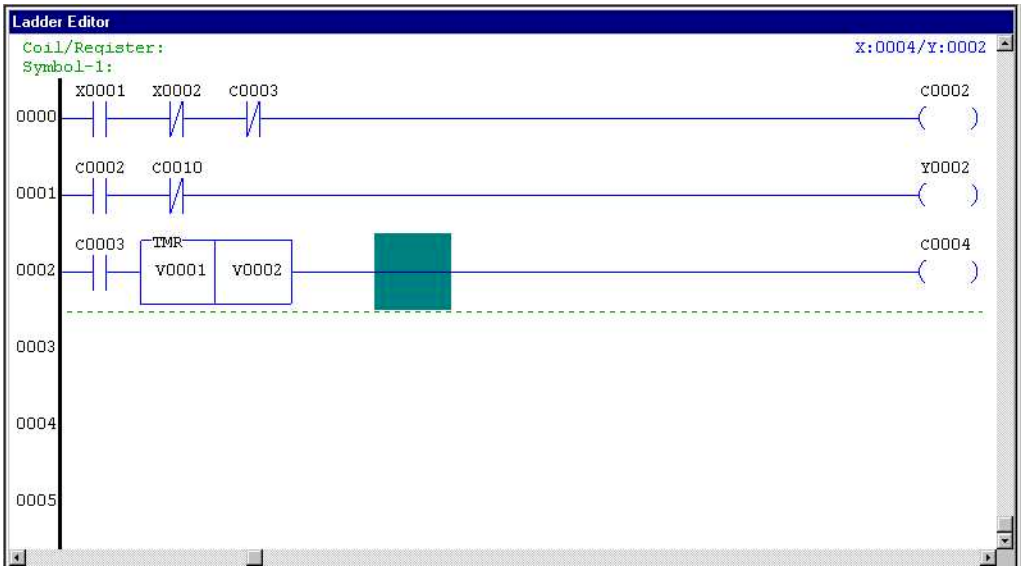


Figura 14 - Tela depois do comando Sort Right

PLC Menu (Menu PLC)

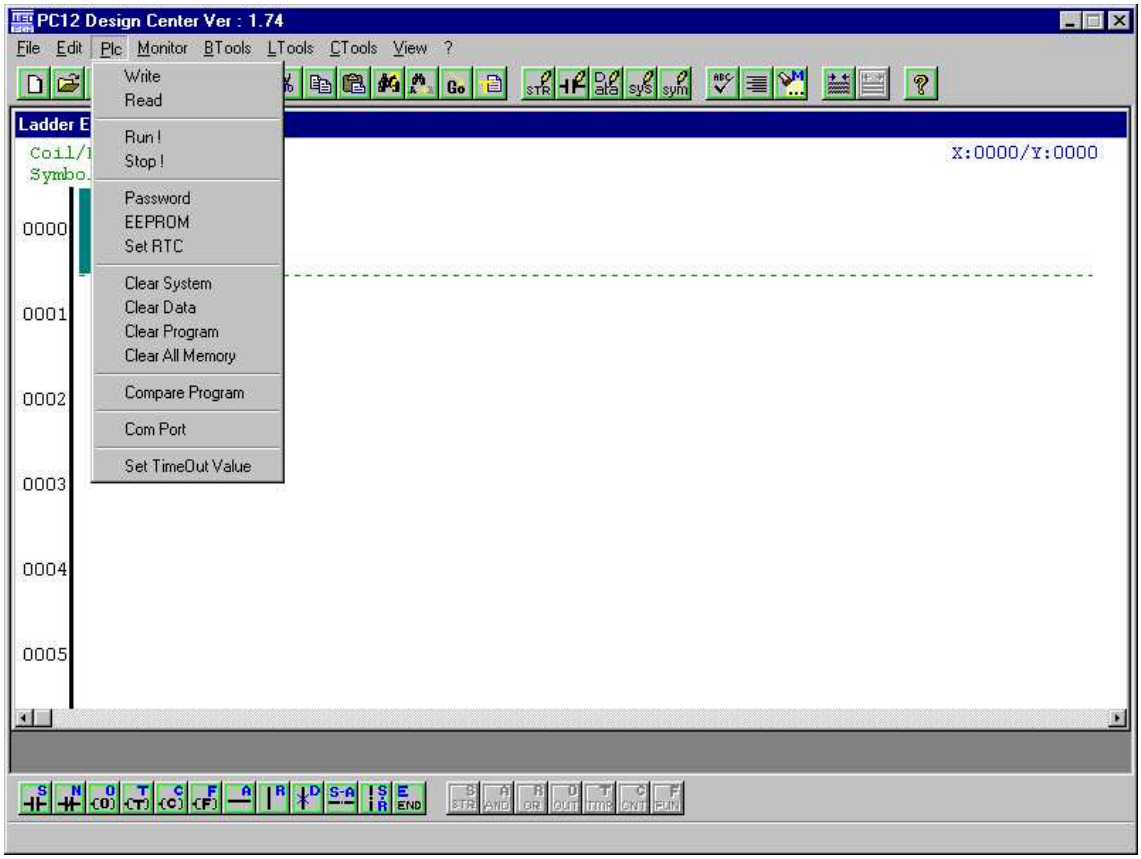


Figura 15 - PLC Menu

Você poderá utilizar todas as funções deste menu quando o PC12 estiver comunicando com o TP02

- **Write** (Escrever) : Para definir o que será transferido para a memória do controlador conforme as seguintes opções :

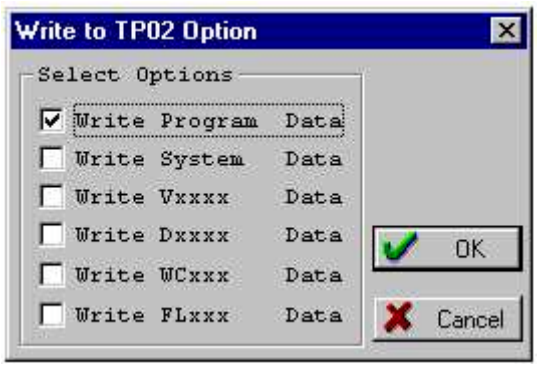


Figura 16 - Caixa de diálogo Write

- ***Write Program Data*** – Transfere o programa executável para a memória do controlador;
- ***Write System Data*** – Transfere os valores ajustados na memória de sistema (WSxxx);
- ***Write Vxxx Data*** – Transfere os valores ajustados para os registradores Vxxx;
- ***Write Dxxx Data*** – Transfere os valores ajustados para os registradores Dxxx;
- ***Write WCxxx Data*** – Transfere os valores ajustados para os registradores WCxxx;
- ***Write FLxxx Data*** – Transfere os arquivos de texto editados nos registradores FL001~130;

- **Read** (Ler) : Para carregar no PC12 os dados armazenados na memória do controlador conforme as seguintes opções :

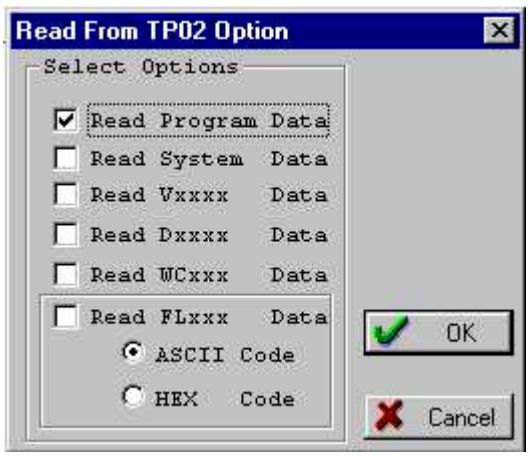


Figura 17 -Caixa de diálogo Read

- ***Read Program Data*** – Carrega o programa executável para o microcomputador (PC12);
- ***Read System Data*** – Carrega os valores armazenados na memória de sistema (WSxxx);
- ***Read Vxxx Data*** – Carrega os valores ajustados nos registradores Vxxx;
- ***Read Dxxx Data*** – Carrega os valores ajustados nos registradores Dxxx;
- ***Read WCxxx Data*** – Carrega os valores ajustados nos registradores WCxxx;
- ***Read FLxxx Data*** – Carrega os arquivos de texto editados nos registradores FL001~130;
  - ***ASCII Code*** – Lê os dados no formato ASCII;
  - ***HEX Code*** – Lê os dados no formato hexadecimal;

- **Run** (Executar) : Para iniciar o ciclo de varredura do controlador;

	- Após este comando o led indicativo RUN ficará continuamente aceso; - Caso ocorra uma indicação de erro verifique a memória de sistema do controlador para identificar o que está ocorrendo;

- **Stop** (Parar) : Para encerrar o ciclo de varredura do controlador;

	Após este comando o led indicativo RUN começará a piscar avisando que o controlador não está executando a varredura.

- **Password** (Senha) : Para definir uma senha para o aplicativo;

Quando for escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

Figura 18 - Caixa de diálogo Password

	- Para efetuar uma alteração de senha, é necessário entrar primeiramente, com a senha previamente estabelecida; - Depois de estabelecida uma senha, esta será solicitada sempre que o usuário desejar iniciar a execução do aplicativo (RUN), parar a execução do aplicativo (STOP), carregar o aplicativo/dados para o PC12 (READ), transferir o aplicativo/dados para o controlador (WRITE) ou ainda, transferir o aplicativo armazenado na memória do controlador para a memória EEPROM.

- **EEPROM** (Memória) : Para armazenar ou carregar o aplicativo em EEPROM;

Quando esta opção for escolhida surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

Figura 19 - Caixa de diálogo EEPROM

? Opção EEPROM PACK ? PLC : carrega aplicativo gravado em EEPROM para a memória do controlador;
? Opção PLC ? EEPROM PACK : grava aplicativo da memória do controlador na EEPROM;

- **Set RTC** (Ajusta Relógio Real) : Ajusta o relógio de tempo real;

Quando escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

Figura 20 - Caixa de diálogo Set RTC

Para ajustar o relógio basta preencher os campos Year (Ano), Month (Mês), Day (Dia), Hour (Hora), Minute (Minuto) e Second (Segundo) e confirmar clicando no botão OK.

- **Clear System** (Limpa memória de sistema) : Limpa os valores ajustados na memória de sistema fazendo com que a configuração do controlador volte ao default;

- **Clear Data** (Limpa dados) : Limpa o conteúdo da memória de dados (registradores Vxxx, Dxxx, WCxxx, FLxxx);

- **Clear Program** (Limpa Programa) : Limpa o aplicativo armazenado no controlador;

- **Clear All Memory** (Limpa toda memória) : Limpa os valores armazenados em todas as áreas de memória do controlador;

- **Compare Program** (Compara programa) : Compara o aplicativo armazenado na memória do controlador com o aplicativo ativo na área de edição do PC12;

O resultado da comparação será indicado através das seguintes caixas de diálogo :

Quando forem iguais :

Quando forem diferentes :

- **Com Port** (Porta de comunicação) : Define através de qual canal serial será estabelecida a comunicação entre o microcomputador e o controlador;

Quando escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

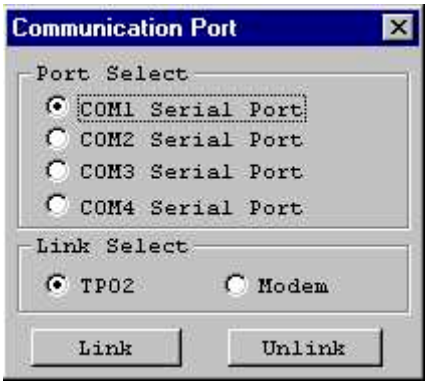


Figura 21 - Caixa de diálogo Communication Port

- **Set Timeout Value** (Ajuste de erro) :Define por quanto tempo o PC12 deve aguardar uma resposta do controlador quando for solicitado uma transmissão de dados;

Quando escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

Figura 22 - Caixa de diálogo Time Out

	- Para conexão com modem ajustar este parâmetro com um valor maior igual a 08; - Para conexão com OP05 / OP06 ou OP32 ajustar com um valor maior igual a 10; - Para conexão entre o controlador e o PC12 ajustar o valor deste parâmetro igual a 01.

	Não Esqueça ! ***O aplicativo poderá ser transferido para o controlador somente com o mesmo no modo STOP***

Monitor Menu (Menu Monitor)

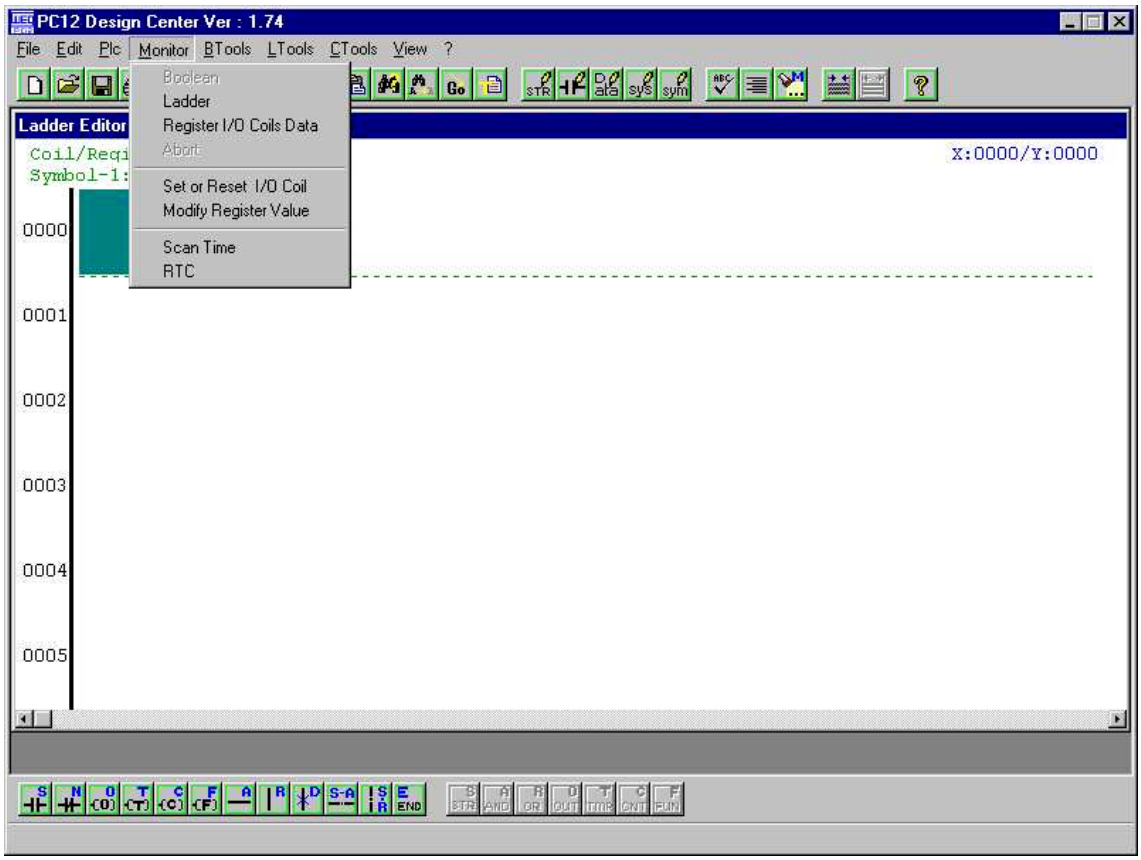


Figura 23 - Menu Monitor

- **Boolean** (Booleano) : Para ter a monitoração on-line do aplicativo em lista de instruções;

Quando for escolhida esta opção será apresentada a seguinte tela no campo anteriormente utilizado para edição :

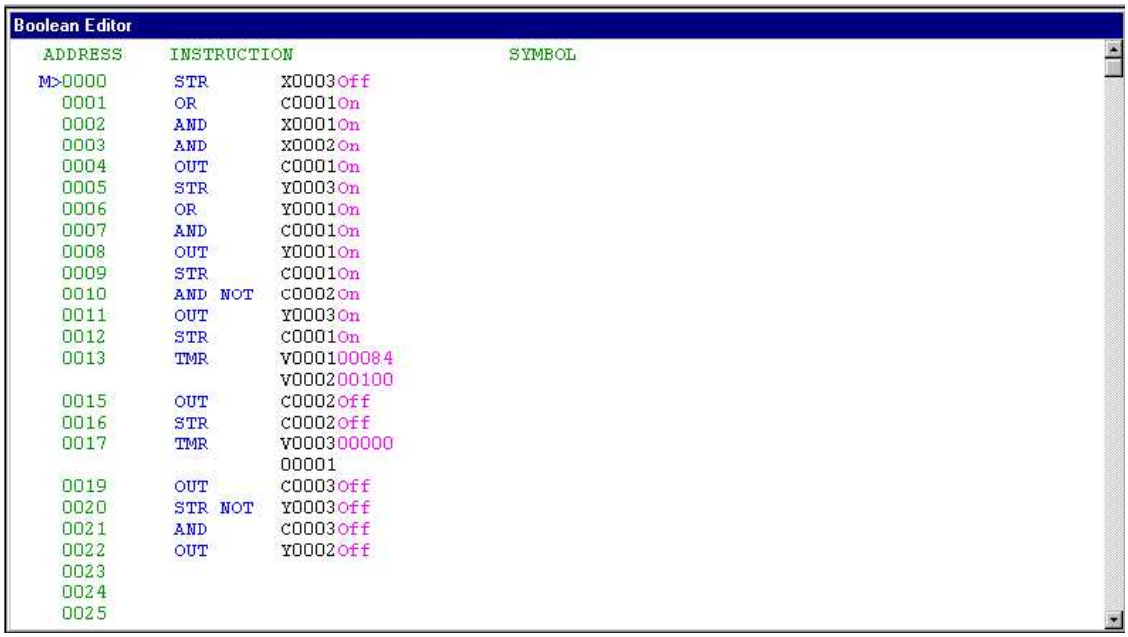


Figura 24 - Tela do Monitor Boolean

Onde os caracteres na cor “magenta” representam o estado / valores de cada endereço;

Para esta opção ser escolhida o editor deverá estar no modo Boolean. Caso contrário ela se apresentará desativada no menu.

- **Ladder** (diagrama Ladder) : Para ter a monitoração on-line do aplicativo em diagrama de contatos;

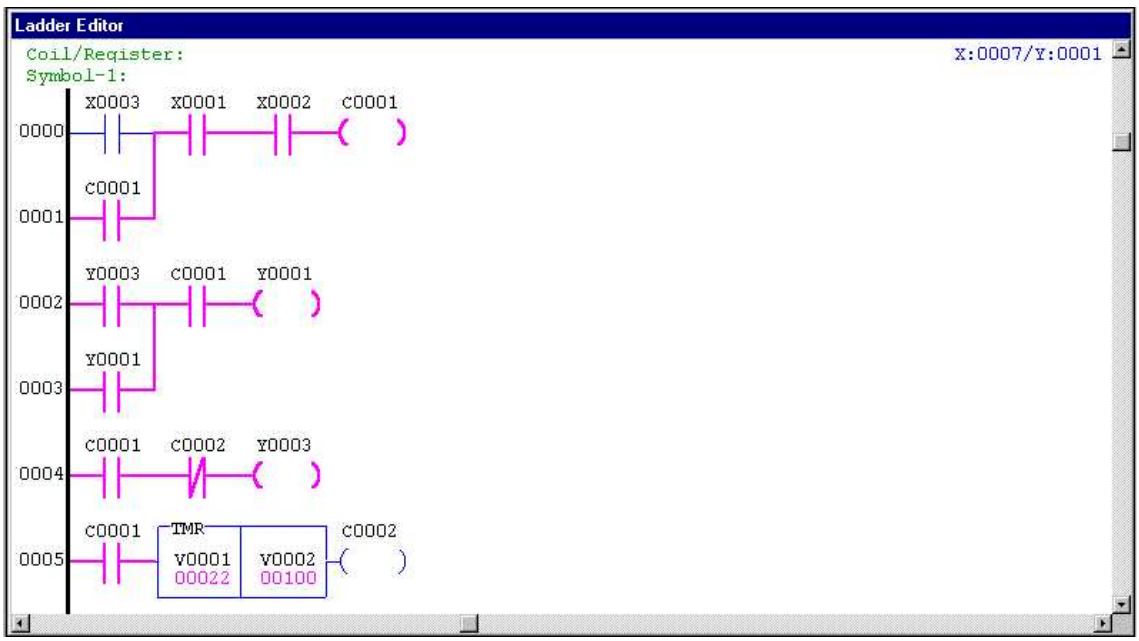
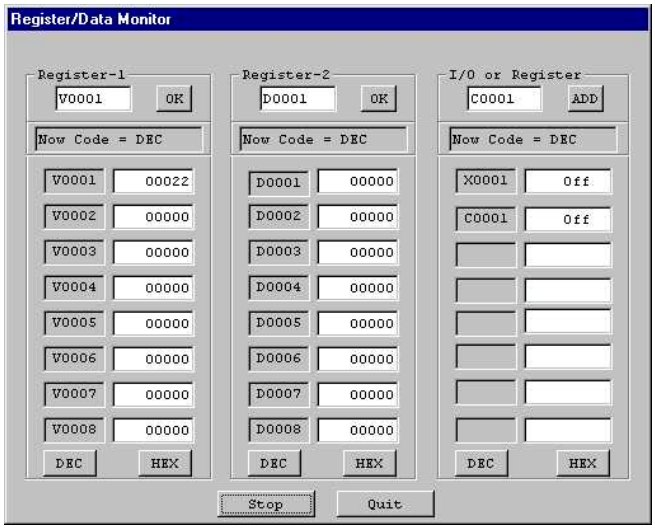


Figura 25 - Tela Monitor Ladder

Onde os contatos na cor “magenta” representam o estado “*ON*” e os valores atuais do registradores, em “azul” aparecem os contatos em estado “*OFF*”;

Para esta opção ser escolhida o editor deverá estar no modo Ladder. Caso contrário ela se apresentará desativada no menu.

- **Register I/O Coils Data** (Registradores de dados e contatos) : Para ter a monitoração on-line de dados e registradores usados no aplicativo;



- **Abort** (Abortar) : Para interromper a monitoração do aplicativo;

- **Set or Reset I/O Coil** (Set e Reset de contatos) : Para simular via software a geração de um pulso no estado de contatos durante a monitoração;

Quando esta opção é escolhida surgirá na tela a seguinte cixa de diálogo :

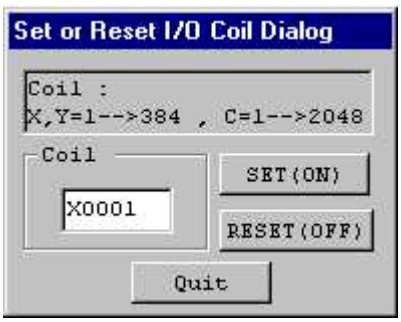


Figura 26 - Caixa de diálogo Set / Reset

- Este comando opera de maneira diferente que um comando do tipo Force/Unforce;
- Exemplo :

Suponhamos que o endereço X001 esteja em OFF;

Após o comando Set (On) : 1° Ciclo de Scan ? X001 = ON;
2° Ciclo de Scan ? X001 = OFF;

- **Modify Register Value** (Modificação de valores) : Para alterar valores de registradores durante a monitoração do aplicativo;

Quando for escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

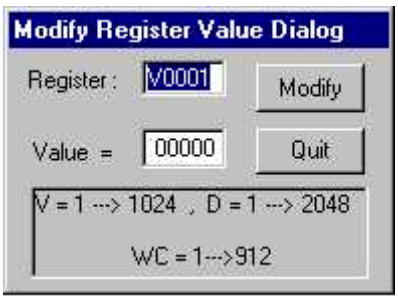


Figura 27 - Caixa de diálogo Modify Register Value

	Algumas vezes esta função pode não funcionar na primeira tentativa, em função do Windows estar muito ocupado durante a monitoração. Será necessário então pressionar novamente o botão “modify” até que o dado seja transferido.

- **Scan Time** (tempo de varredura) : Para conhecer o tempo de varredura atual do controlador;

Quando escolhida esta opção surgirá na tela a seguinte caixa de diálogo :

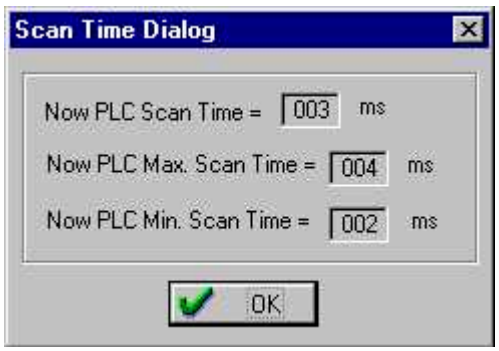


Figura 28 - Caixa de diálogo Scan Time

	O tempo máximo de scan para o TP02 é 200 ms. Caso o tempo de scan seja maior que 200 ms o controlador entrará em modo ERROR.

- **RTC** (Relógio real) : Para monitorar o relógio de tempo real do controlador;

Quando for escolhida esta opção o campo RTC irá mostrar o ajuste atual do relógio (ver figura 25).

Figura 29 - Relógio Real

	Para desativar a monitoração basta selecionar esta opção novamente.

	Atenção ! ***Para monitorar o aplicativo é necessário que o controlador esteja em modo RUN (executando a varredura)***

BTools Menu (Menu de Ferramentas Boolean)

Figura 30 - Menu Boolean Tools

- **STR (ou S no teclado)** : Insere, na linha apontada pelo cursor, uma instrução STR/STR NOT;

Barra de Botões :

S STR	Para inserir um comando STR.

- **AND (ou A no teclado)** : Insere um comando AND/AND NOT na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

A AND	Para inserir um comando AND.

- **OR (ou R no teclado)** : Insere um comando OR/OR NOT na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

R OR	Para inserir um comando OR.

- **OUT (ou O no teclado)** : Insere um comando OUT na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

O OUT	Para inserir um comando OUT.

- **TMR (ou T no teclado)**: Insere um comando TMR (temporizador) na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

T TMR	Para inserir um comando TMR.

- **CNT (ou C no teclado)** : Insere um comando CNT (contador) na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um comando CNT.

- **FUN (ou F no teclado)** : Insere um comando FUN (função) na linha apontada pelo cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um comando FUN.

	Para maiores detalhes ler o manual do de programação do TP-02.

Ltools Menu (Menu de Ferramentas Ladder)

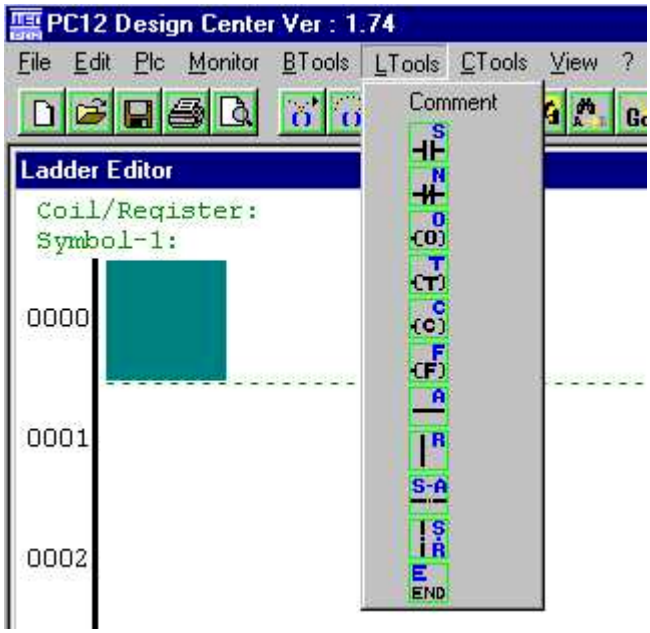


Figura 31 - Menu Ladder Tools

- **Comment** : Insere um bloco de comentário no programa;

Barra de Botões :

	Para inserir um comentário no aplicativo.

	É possível editar até quatro linhas com 60 caracteres de texto no aplicativo;

- **STR (ou S no teclado)** : Insere um contato normalmente aberto na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um contato NA.

- **STR NOT (ou N no teclado)** : Insere um contato normalmente fechado na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um contato NF.

- **OUT (ou O no teclado)** : Insere uma bobina de saída na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir uma bobina.

- **TMR (ou T no teclado)**: Insere um bloco TMR (temporizador) na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um bloco TMR.

- **CNT (ou C no teclado)** : Insere um bloco CNT (contador) na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um bloco CNT.

- **FUN (ou F no teclado)** : Insere um bloco FUN (função) na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir um bloco FUN.

- **AND (ou A no teclado)** : Insere uma linha horizontal na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir uma linha horizontal.

- **OR (ou R no teclado)** : Insere uma linha vertical na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para inserir uma linha vertical.

- **Delete Line (ou D no teclado)** : Apaga uma linha vertical na posição do cursor;

Barra de Botões :

	Para apagar uma linha vertical.

- **AND Extension Line (ou shift + A no teclado)** : Estende um ramo em série;

Barra de Botões :

	Para inserir uma lógica em série.

- **OR Extension Line (ou shift + R no teclado)** : Estende um ramo em paralelo;

Barra de Botões :

	Para inserir uma lógica em paralelo

- **F-00 END (ou E no teclado)** : Insere um bloco de fim de programa;

Barra de Botões :

	Para inserir um comando de fim de programa.

	Para maiores detalhes ler o Manual de Programação do TP-02.

Ctools Menu (Menu de Ferramentas de Edição)

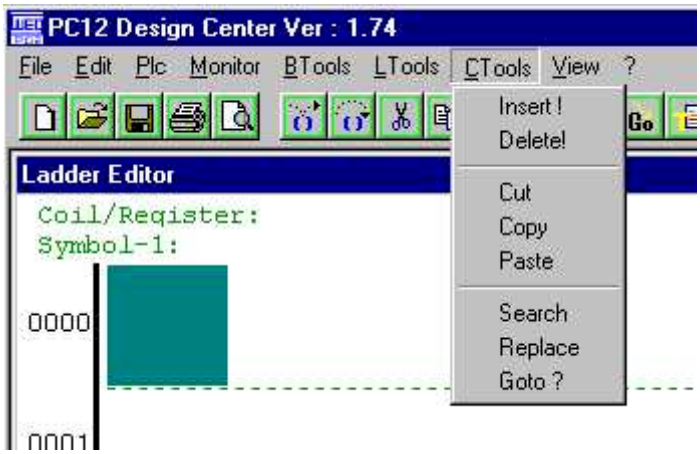


Figura 32 - Tela CTools

- **Insert!** : Insere um bloco de comentário no programa;

Barra de Botões :

	Insere um espaço em branco no local onde está posicionado o cursor.

- **Delete!** : Apaga um elemento, um bloco ou comentário na área de edição do aplicativo;

Barra de Botões :

	Apaga o que estiver na posição atual do cursor.

- **Cut** : Retira um elemento ou bloco selecionado e o armazena na área de transferência.

Barra de Botões :

	Comando de edição “cortar”

- **Copy** : Copia a área selecionada e a armazena na área de transferência;

Barra de Botões :

	Comando de edição “copiar”

- **Paste** : Insere o conteúdo da área de transferência na posição atual do cursor;

Barra de Botões :

	Comando de edição “colar”

- **Search** : Busca registrador de dados (V???, WC???, D???), endereço de entrada (X???), endereço de saída (Y???), marcador interno (C???) ou marcador especial (SC???) especificado;

Barra de Botões :

	Comando de “busca”

- **Replace** : Busca e substitui o endereço especificado conforme os parâmetros ajustados;

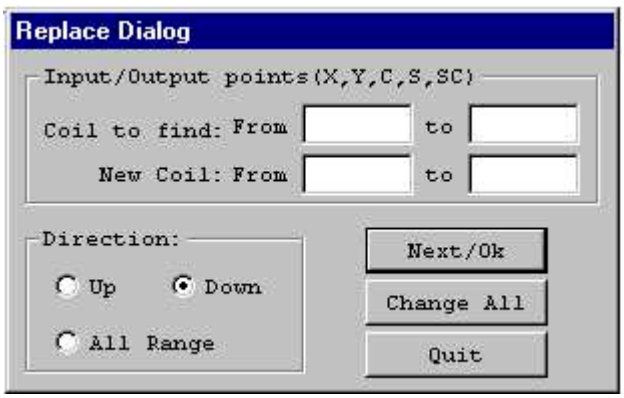


Figura 33 - Caixa de diálogo Replace.

- ***Coil to find*** : Escrever aqui o endereço que se deseja encontrar;
- ***New Coil*** : Definir o novo endereçamento;
- ***Direction*** (direção) : define o sentido de busca (Up: acima do cursor, Down: abaixo do cursor, All Range: em todo o aplicativo)
- ***Next / Ok*** : Busca e substitui endereços um a um;
- ***Change All*** : Busca e substitui tudo automaticamente (antes de executar irá pedir uma confirmação);
- ***Quit*** (Sair) : Fecha a caixa de diálogo;

Barra de Botões :

	Comando “Replace”

- **Goto?** : Leva o cursor até a linha de programa especificada;

Figura 34 - Caixa de diálogo "Goto"

- ***Goto Where*** (Vai Onde): digitar aqui para qual linha deseja-se levar o cursor;
- ***CLR*** : Limpa o valor da caixa de texto;
- Pode-se usar as teclas numéricas para definir a linha de programa;

Barra de Botões :

	Comando “vai para”

Help Menu (Menu Ajuda)

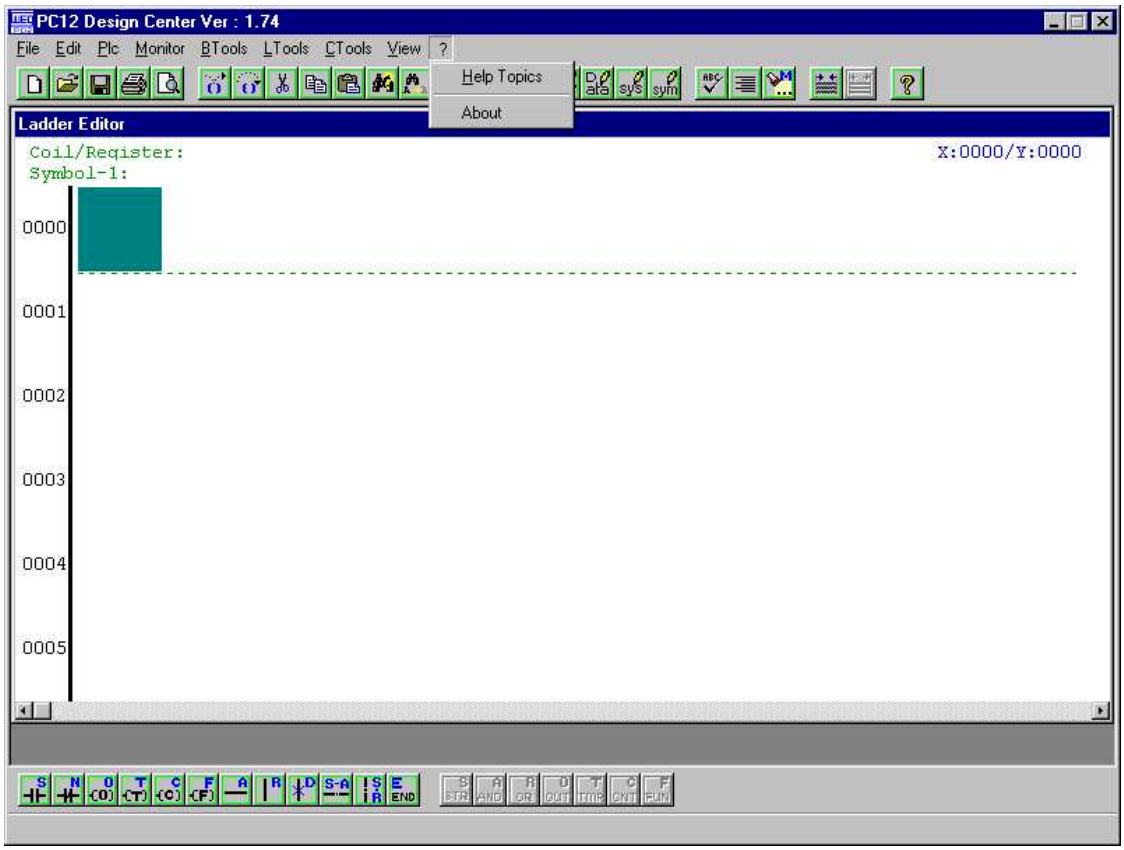


Figura 35 - Menu Ajuda

- **Help Topics** (Tópico de ajuda) : Abre o arquivo de ajuda on-line do PC12;

Barra de Botões :

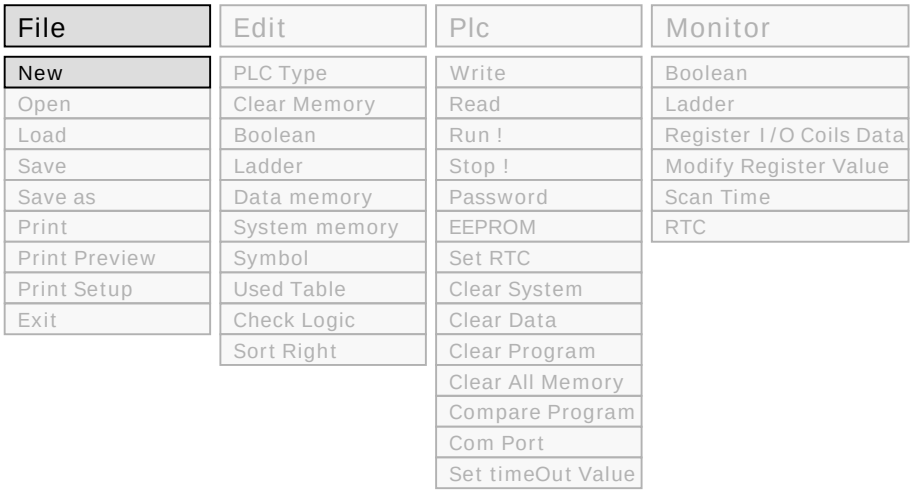
	Ativa a ajuda online

- **About** (Sobre o PC12) : Para ver as informações sobre o PC12;

Desenvolvimento de Aplicativos utilizando o PC12 Design Center

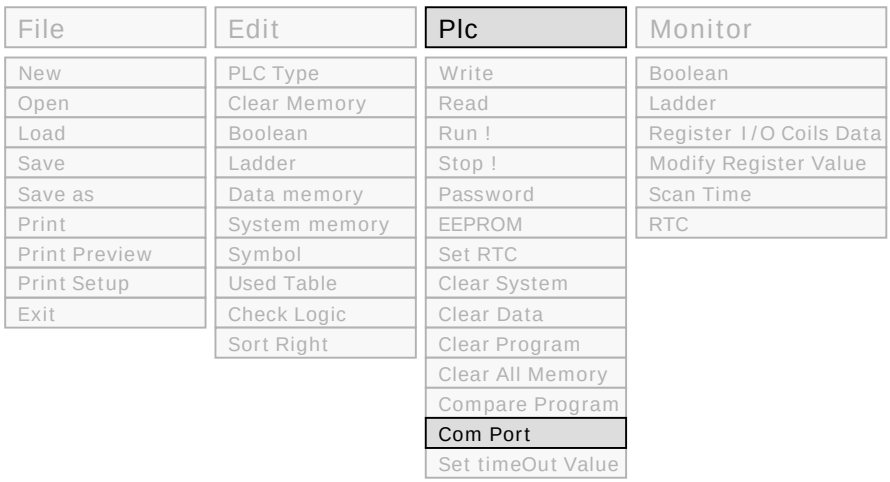
Antes de iniciar a edição do aplicativo, o usuário deverá conectar o cabo de comunicação do controlador programável à uma das portas de comunicação serial disponíveis do microcomputador (normalmente designadas como COM1 e COM 2).

Partindo da tela inicial do PC12, crie um novo projeto.



Aparecerá uma tela como mostrada na Fig. 1 (Tela Principal)

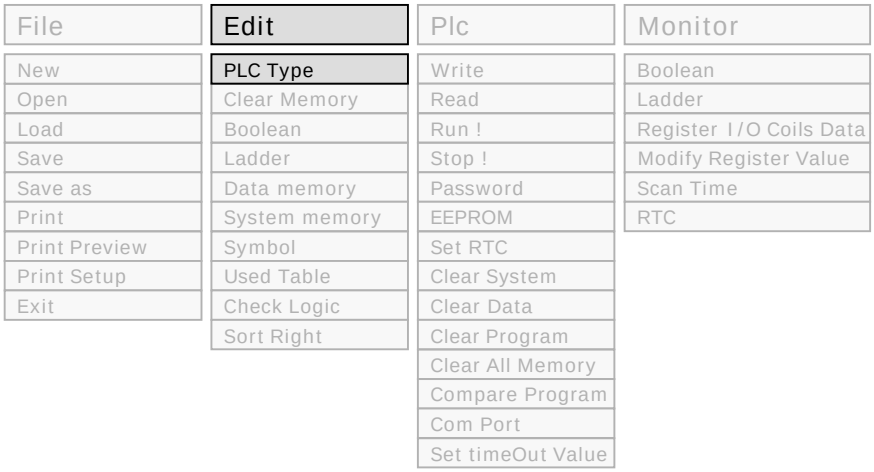
Depois de certificada a conexão física do cabo, o usuário poderá estabelecer a comunicação entre o PC12 e o TP-02.



Aparecerá a caixa de diálogo "***communication Port***" (Fig. 17). Escolha a porta serial onde foi conectado o cabo e pressione o botão "***Link***".

Após alguns instantes surgirá uma caixa de mensagem informando o resultado desta operação. Se não ocorrer nenhum problema, pressione o botão "**OK**".

Defina então, qual será o modelo de módulo básico para o qual será desenvolvido o aplicativo.



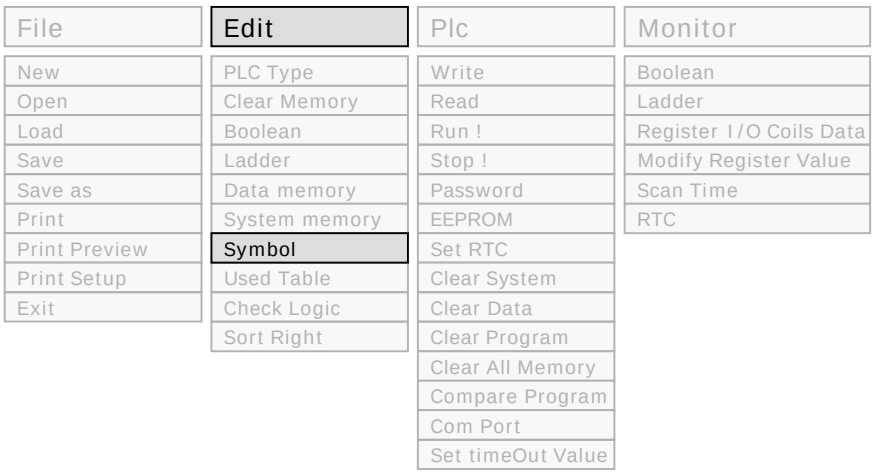
Aparecerá a caixa de diálogo "***Module Type Select Dialog***" (Fig. 4).

Escolha o tipo de módulo básico e pressione o botão "**OK** ".

Aparecerá uma caixa de mensagem informando a capacidade de memória disponível para o projeto. Para continuar pressione o botão "***OK***".

A partir daqui, o usuário já poderá iniciar a elaboração do aplicativo, desenhando o diagrama de contatos ou montando a lista de instruções (Boolean).

Para criar previamente símbolos (rótulos) para os contatos que serão utilizados siga os seguintes procedimentos :

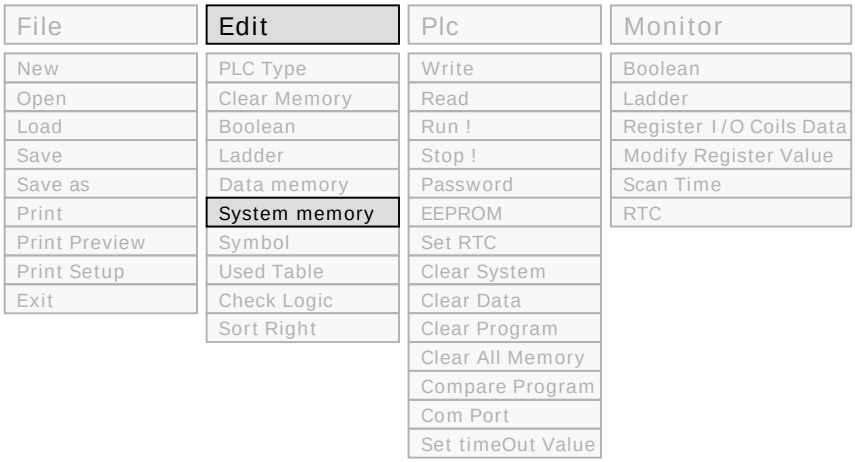


Aparecerá a caixa de diálogo "***Symbol Edit Dialog***" (Fig. 7).

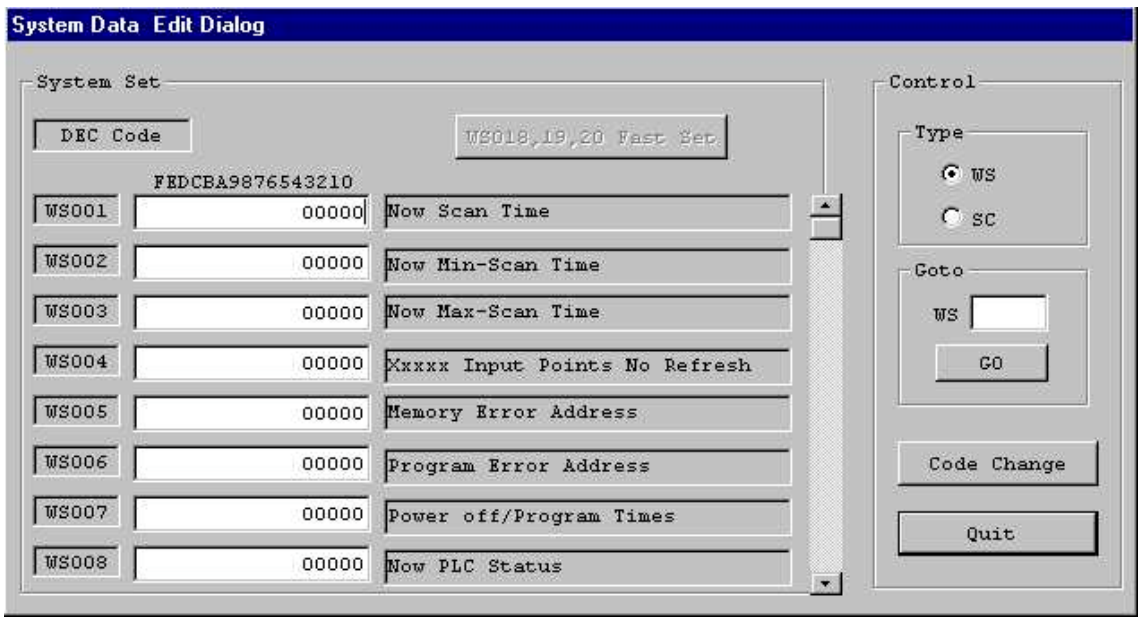
Defina todos os rótulos desejados (exemplo: X001 = S1, X002 = FT1, Y001 = K1 ...) e pressione o botão "**Quit**".

No desenvolvimento do aplicativo, necessita-se muitas vezes, atribuir valores para registradores. Podemos citar por exemplo, ajustes de valores iniciais para contadores, temporizadores, comparadores, arquivos de texto para serem enviados ao IHM, etc. Desta forma, devemos configurar o TP-02 para esta situação. A configuração do TP-02 é feita através da edição da memória de sistema.

Para editar a memória de sistema (System Memory) devemos adotar os seguintes procedimentos :

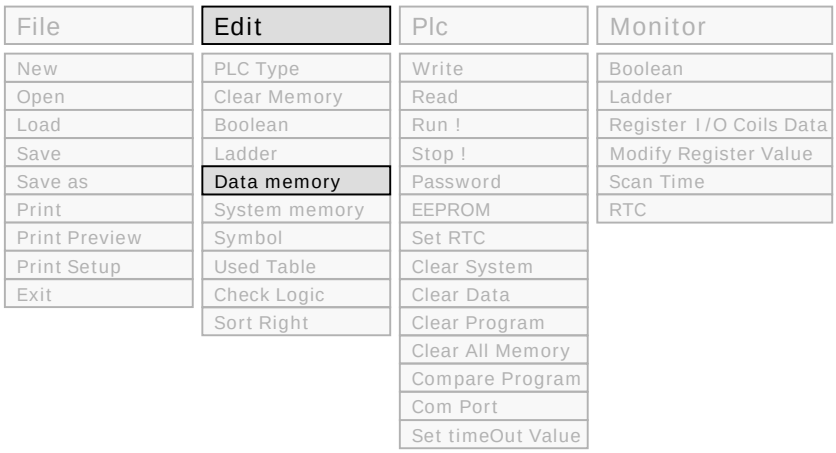


Aparecerá a caixa de diálogo como mostrado na figura abaixo.



Depois vá até os registradores desejados e faça os devidos ajustes para configurar o TP-02. Para maiores detalhes veja às páginas 49, 50, 51 e 52 do manual de instalação e programação do TP-02.

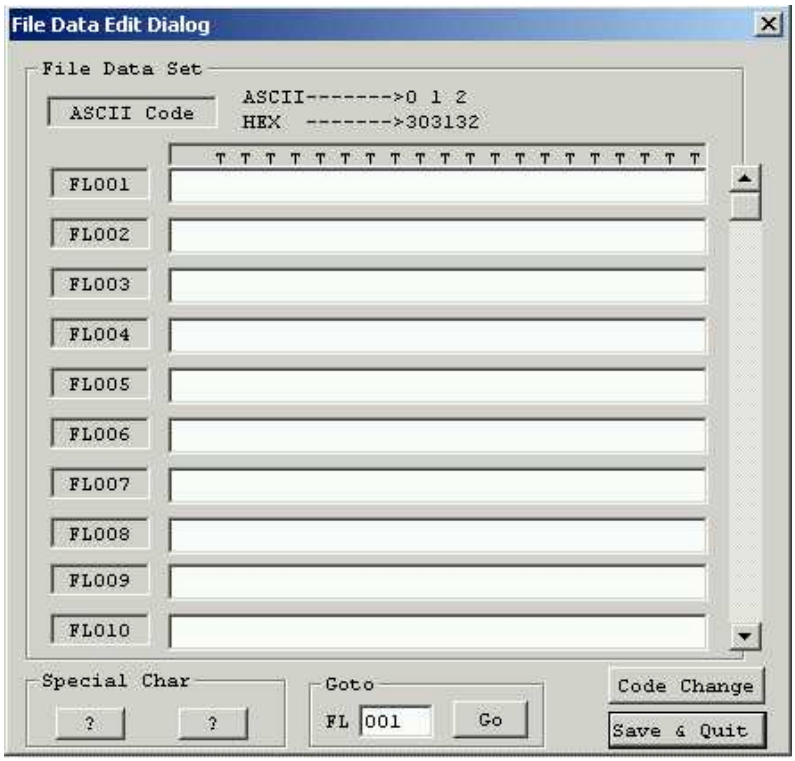
Para editar a memória de dados, onde podemos ajustar os valores dos registradores de uso geral e arquivos de texto, devemos adotar os seguintes procedimentos :



Aparecerá a caixa de diálogo "***Data Register Edit Dialog***" (Fig. 6)

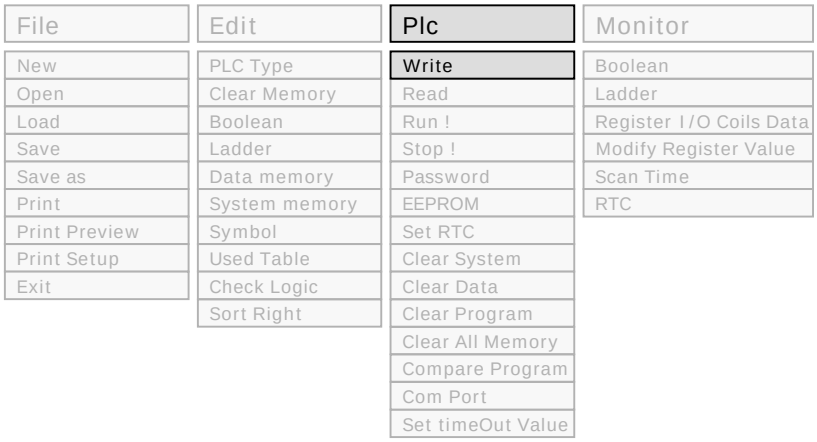
Escolha e ajuste os registradores que desejar. Para fechar esta caixa de diálogo, no caso dos registradores do tipo Vxxx, Dxxx ou WCxxx, basta pressionar o botão "***Quit***".

Se o usuário pressionar o botão "***File***", designados por FLxxx, uma caixa de diálogo como mostrado abaixo irá aparecer sobre a da Fig. 6.



Escreva as mensagens, e para sair pressione o botão "***Save & Quit***".
Depois disso, voltaremos para a caixa de diálogo da Fig. 6. Para sair pressione o botão "***Quit***".

Depois de editar o aplicativo, é necessário transferir o mesmo para o TP-02. Para fazermos isto devemos seguir os seguintes procedimentos :

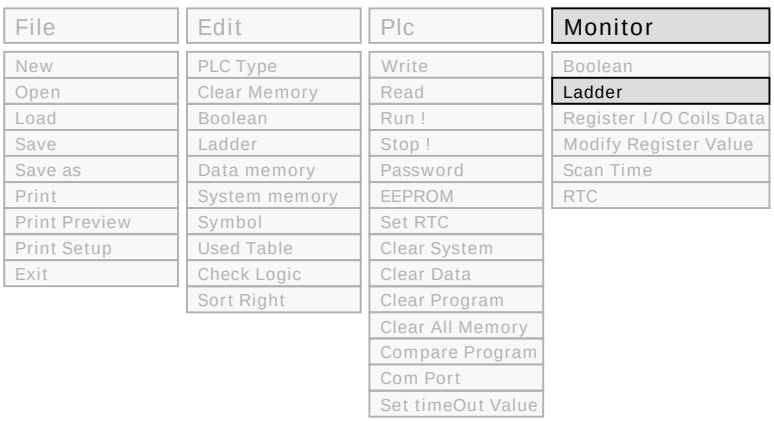


Aparecerá a caixa de diálogo "***Write to TP02 Option***" (Fig.12). A opção *Write Program Data* já estará marcada (como default). Marque as demais opções em função do tipo de dado que foi editado, como por exemplo : se foram editados alguns registradores do tipo Vxxx, marque a opção *Write Vxxx Data*. Se foram editados alguns registradores do tipo WSxxx, marque a opção *Write System Data*. Se foram editados registradores do tipo FLxxx, marque a opção *Write FLxxx Data* e assim por diante.

Feito isto, verifique se o TP-02 está em modo de programação (led *RUN* piscante). Se estiver, pressione o botão "***OK***". Assim, o programa será transferido para a memória do TP-02.

Estabeleça as condições iniciais das entradas e verifique o funcionamento do programa.

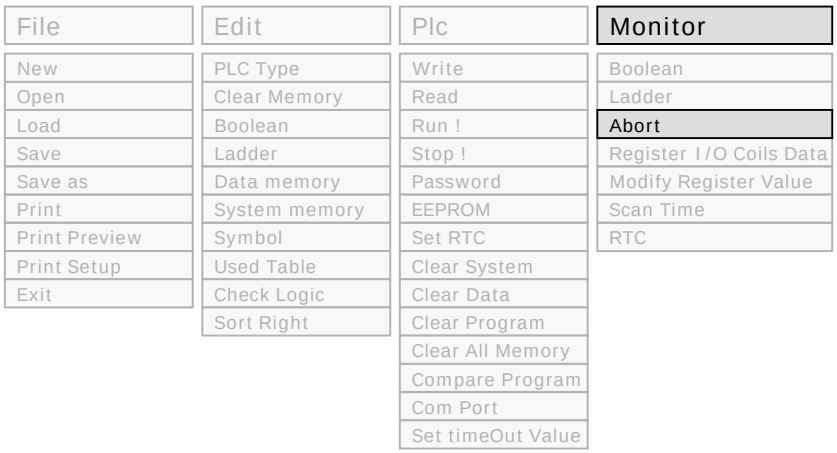
Se necessário, poderá ser feita uma monitoração online do programa aplicativo. Para isto podemos adotar o seguinte procedimento :



Aparecerá uma caixa de diálogo com a seguinte pergunta : “Do you want read program from plc ?”. Pressione o botão “***Cancel***”, pois normalmente não queremos ler o programa que acabamos de transferir para o TP-02.

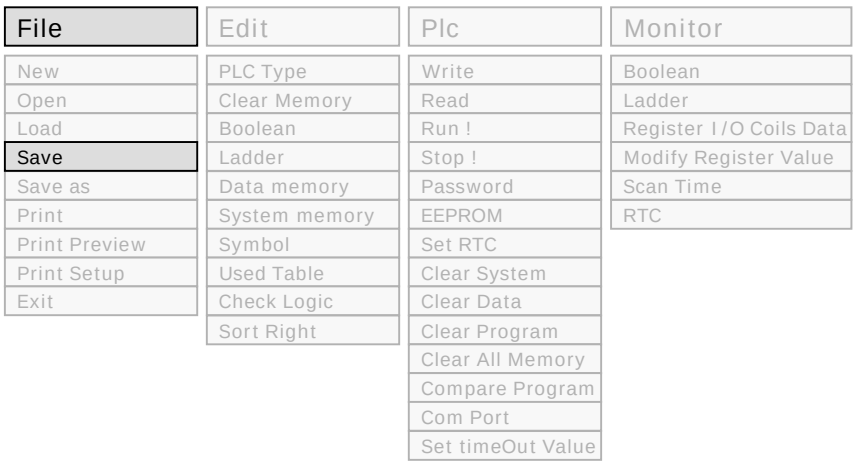
Feito isto o PC12 entra em modo monitor. Podemos desta forma acompanhar a execução do aplicativo escrito em Ladder, vendo na tela o estado dos contatos, valores atuais de registradores, etc. Um exemplo de monitoração é mostrado na Fig. 21.

Para sair do modo de monitoração siga o seguinte procedimento :



É importante que este procedimento seja seguido **à risca,** para evitar erros de comunicação.

Para salvar o projeto, basta seguir os seguintes procedimentos :

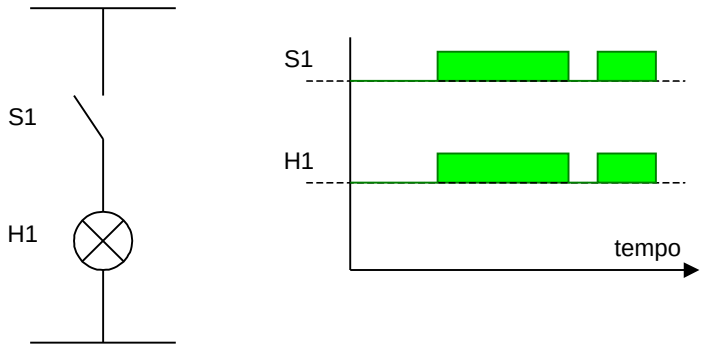


Aparecerá uma caixa de opções “***Save Option***” onde a opção symbol estará selecionada (default). Marque as demais opções se desejar salvar também as memórias de dados e sistema. Pressione então, o botão “***OK***”.

Uma janela padrão de aplicativos windows aparecerá. Basta indicar a pasta onde o aplicativo deve ser salvo, nomeá-lo e depois, pressionar o botão "***salvar***".

1.11.3 - EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Exercício no. 1	**Acender uma lâmpada com um interruptor simples**	**TP-02**
Descritivo : - Ao ser pressionado o interruptor fecha um contato normalmente aberto, permanecendo assim até que seja pressionado novamente, voltando a sua situação inicial.		
***Condição inicial* :** S1 aberto; H1 desligada.		



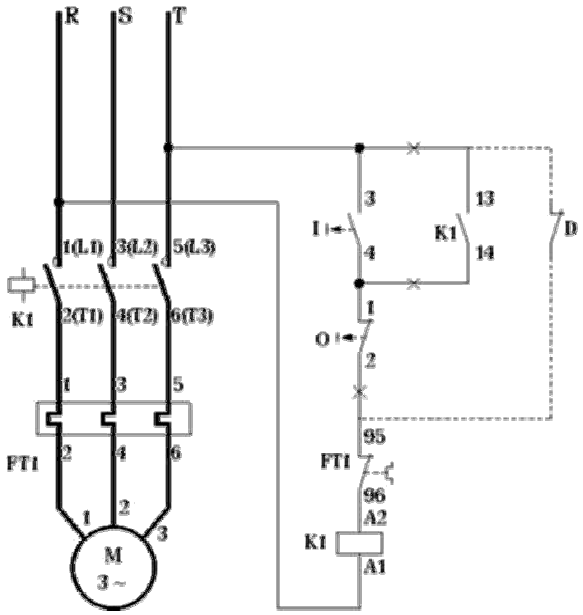
Exercício no. 2	**Chave de partida direta**	***TP-02***

Descritivo :

- Ao ser pressionado o botão pulsador liga " **I**"; ativa a bobina do contator **K1**;
- O motor é então acionado;
- Ficando nesta condição até que seja pressionado o botão pulsador desliga " **O**" ou, ocorra a atuação do relé de sobrecarga;
- Após o rearme do relé térmico a chave volta a condição inicial.

***Condição inicial* :** botão pulsador **I** aberto; botão pulsador **O** fechado; **FT1[97-98]** aberto; **FT1[95-96]** fechado; bobina de **K1** inativa (motor desligado).

Partida Direta Trifásica

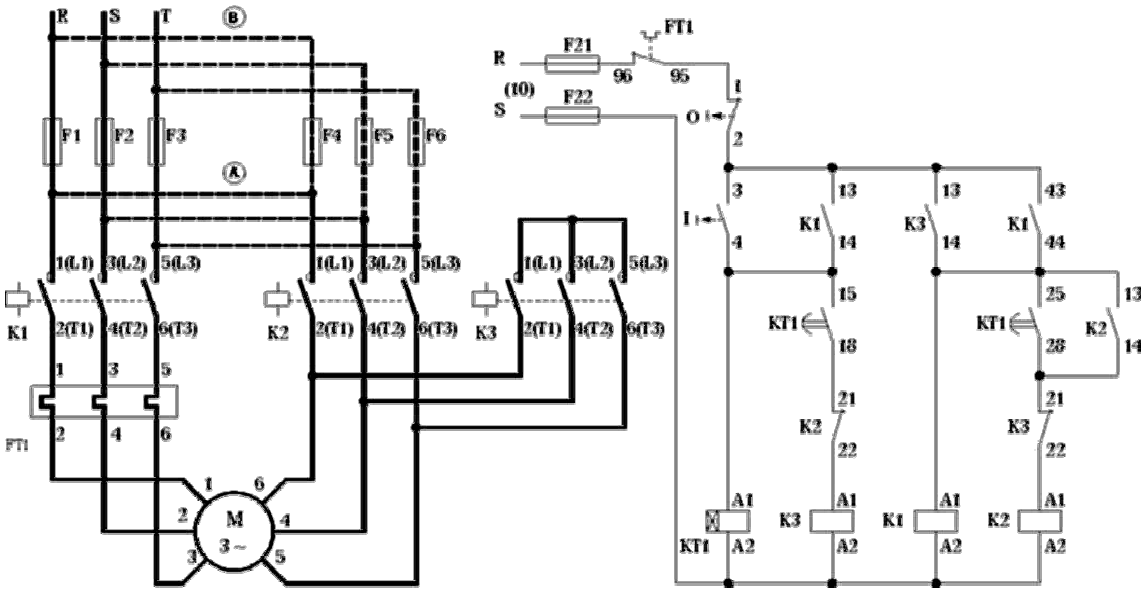


Exercício no. 3	**Chave de partida estrela-triângulo automática**	**TP-02**

Descritivo :

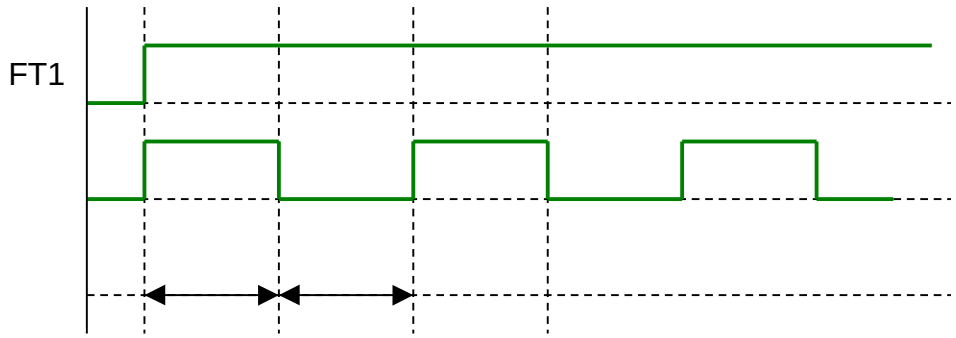
- Ao ser pressionado o botão pulsador liga " **I**";
- Ativa a bobina do relé temporizador[1] **Y-**?, fechando o contato **KT1[15-18]**;
- Ativando a bobina do contator **K3**;
- O contato **K3[13-14]** é então acionado, ativando a bobina do contator **K1;** (o contato **K3[21-22]** impede a possibilidade de ativação da bobina de **K2** e o contato **K1[43-44]** permite ativação de **K2** só depois que o contator **K1** estiver ligado);
- Ficando nesta condição até que seja alcançado o tempo ajustado no relé temporiz ador **Y-**? (ajuste típico de **10 s**);
- Quando então, o contato **KT1[15-18]** é novamente aberto; desativando a bobina do contator **K3**;
- **100 ms** depois da abertura de **KT1[15-18]**, o conato **KT1[25-28]** é fechado;
- Deste modo, caso o contato **K3[21-22]** esteja fechado e o contato **K1[43-44]** esteja fechado, a bobina do conator **K2** é ativada;
- Ficando o motor ligado pelos contatores **K1** e **K2**;
- Ficando nesta situação até que seja pressionado o botão pulsador desliga " **O**" ou seja atuado o relé de sobrecarga;
- Após o rearme do relé térmico a chave voltará à sua condição inicial.

***Condição inicial* :** botão pulsador **I** aberto; botão pulsador **O** fechado; **FT1[97-98]** aberto; bobina de **K1** inativa, bobina de K2 inativa, bobina de K3 inativa, bobina do relé Y-? inativa (contatos **KT1[15-18]** e **KT1[25-28]** abertos).



[1] Ver páginas 80 e 81 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 4	**Sinalizador piscante**	**TP-02**
Descritivo : - **Considere o Exercício no. 1**; - Faça com que o sinaleiro **H2** indique uma condição de sobrecarga conforme mostra a figura abaixo (oscilador)[2].		
***Condição inicial* :** Ver Exercício no. 1		



[2] Ver pág. 125 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 5	**Contador de caixas**	**TP-02**

Descritivo :

- Em uma esteira transportadora existe um sensor óptico (tipo barreira de luz) **SP1**;
- Este sensor indica a passagem de uma caixa do produto "X";
- Todas as vezes que passarem por este sensor a quantidade de **15** caixas, a esteira deve ser parada e uma sirene ativada (avisando ao operarador que um engradado foi completado);
- O operador retira manualmente o engradado completo e repõem um vazio para ser completado na próxima etapa;
- O processo é reiniciado através do operador pressionando o botão liga " **I**" (NA);
- Obs.: (1) A esteira é acionada pelo motor de indução trifásico **M1**, ligado através de uma chave de partida direta. (2) O processo deve ser interrompido caso seja desl i-gado o motor, ou ocorra a atuação do relé de sobercarga; (3) Caso ocorra a inte r-rupção do processo (provocada por uma falha ou desligamento) um sinalizador **H3** deve ser acionado de forma piscante (um pulso a cada 1 s); o valor da contagem nesta situação deverá ser armazenado, para que quando se reinicie o processo sejam contadas a quantidade desejada de caixas.[3]

***Condição inicial* :** O motor **M1** desligado; botão "**I**" não pressionado;

[3] Ver pág. 82 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 6	**Seqüêncial para iluminação**	**TP-02**

Descritivo :

- Considere um conjunto de dez contatores, acionando cada um, um grupo de lâmpadas;
- Após ser pressionada uma chave seletora liga "**S1**" (NA), estes grupos de lâmpadas deverão ser acionados obedecendo um sequenciamento definido por : aciona grupo 10, depois o grupo 1, depois o grupo 9, depois o grupo 2, e assim sucessivamente até retornar a situação inicial.
- O intervalo de tempo para o sequenciamento dos grupos será de **0,8 s** (800 ms);[4]

***Condição inicial* :** todas as bobinas dos contatores desativadas; contato da seletora **S1** aberto;

[4] Ver pág. 83 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 7	**Controle do by-pass de uma Soft-Stater para o acionamento de dois motores**	**TP-02**

Descritivo :

- ***Considerações :*** (1) Existe apenas um único botão pulsador "**I**" para ligar (contato NA); (2) Existe um único botão pulsador "**O**" para desligar (contato NF); (3) O motor **M1** parte primeiro; (4) O motor **M2** parte **5 s** depois que o ciclo de partida de **M1** for completado;
- Ao ser pressioando o pulsador "**I**" a bobina do contator **K1** é acionada;
- Acionando **K1**, a entrada "**DI1**" da Soft-Starter é acionada, habilitando a chave;
- A Soft-Starter começa então a aplicar uma rampa de tensão no motor **M1** (tempo de rampa programado em **10 s**);
- Ao final da rampa de tensão, o relé "**RL2**" da Soft-Starter fecha seu contato (sinalizando o final da rampa);
- Quando o relé "**RL2**" sinaliza o final da rampa, a bobina do contator **K3** é ativada (conectando o motor **M1** à rede);
- Assim que a bobina do contator **K3** é acionada, inicia-se uma temporização ajustada em **2 s**;
- Alcançado este tempo (2 s), a entrada digital "**DI1**"da Soft-Starter é desativada;
- Desativando "**DI1**", a bobina do contator **K1** é desativada (liberando a Soft-Starter para partir o motor **M2**);
- Efetua uma temporização de **5 s** e ativa a bobina do contator **K2**;
- Acionando **K2**, a entrada "**DI1**" da Soft-Starter é acionada, habilitando a chave;
- A Soft-Starter começa então a aplicar uma rampa de tensão no motor **M2** (tempo de rampa programado em **10 s**);
- Ao final da rampa de tensão, o relé "**RL2**" da Soft-Starter fecha seu contato (sinalizando o final da rampa);
- Quando o relé "**RL2**" sinaliza o final da rampa, a bobina do contator **K4** é ativada (conectando o motor **M2** à rede);
- Assim que a bobina do contator **K4** é acionada, inicia-se uma temporização ajustada em **2 s**;
- Alcançado este tempo (2 s), a entrada digital "**DI1**"da Soft-Starter é desativada;
- Desativando "**DI1**", a bobina do contator **K2** é desativada (retirando a Soft-Starter do circuito);
- Os motores **M1** e **M2** ficam conectados diretamente à rede, desligando somente se for pressionado o pulsador "**O**" , ou, houver a atuação de qualquer um dos relés de sobrecarga (**FT1** ou **FT2**);
- **Obs.: Para facilitar, fazer a simulação do RL2 via software**.

***Condição inicial* :** todas as bobinas dos contatores desativadas; nenhum botão pressionado; nenhum relé de sobrecarga atuado; a entrada digital da Soft-Starter inativa e o relé da Soft-Starter aberto;

Funcionamento da SSW

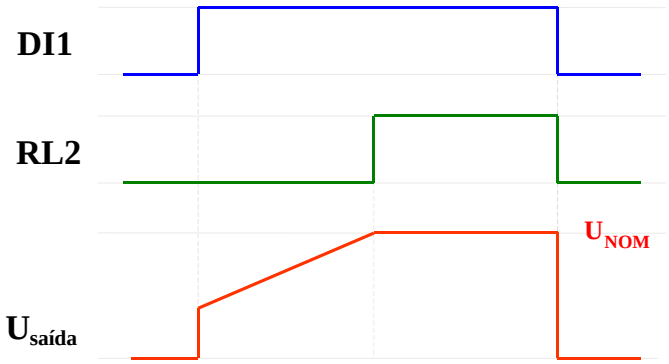
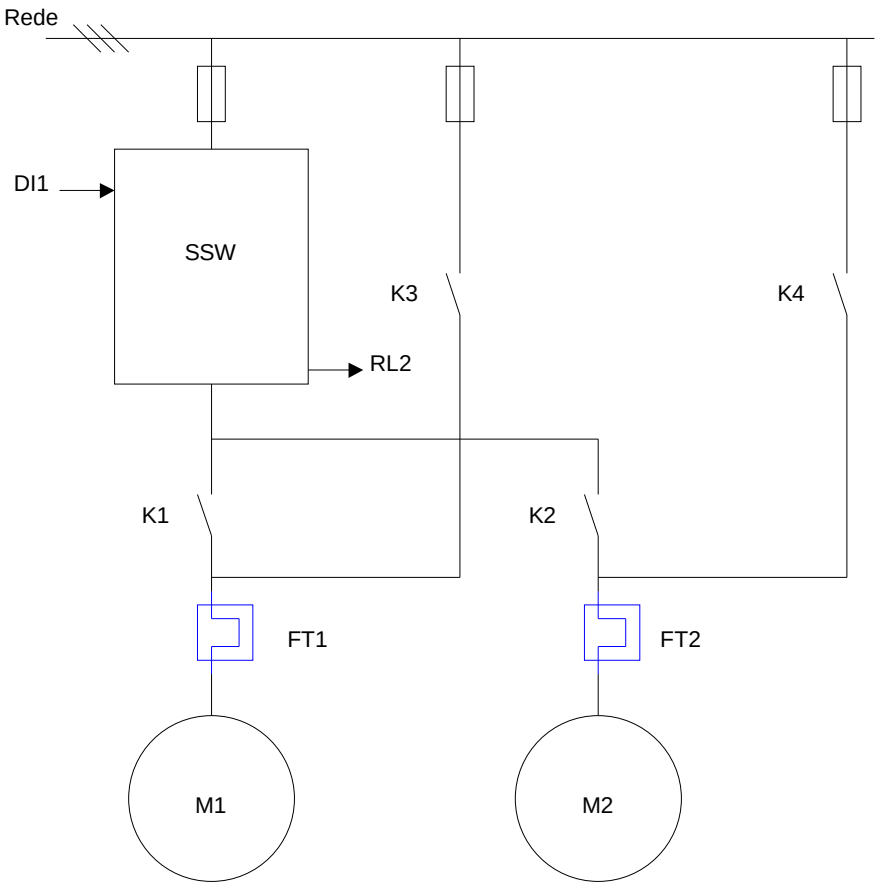


Diagrama Elétrico



Exercício no. 8	**Relógio de tempo real**	**TP-02**

Descritivo :

- Em uma determinada indústria um compressor deve ser ligado ou desligado em função do horário ajustado em um relógio[5];
- Os horários definidos para ligar o compressor serão, 07:30 horas e 13:00 horas;
- Os horários para desligamento serão, 12:00 horas e 17:30 horas;
- Considere também a possibilidade do compressor ser ligado manualmente pelo operador, independentemente do horário;
- Obs.: O motor do compressor parte através de uma chave estrela-triângulo automática;

***Condição inicial* :** motor desligado.

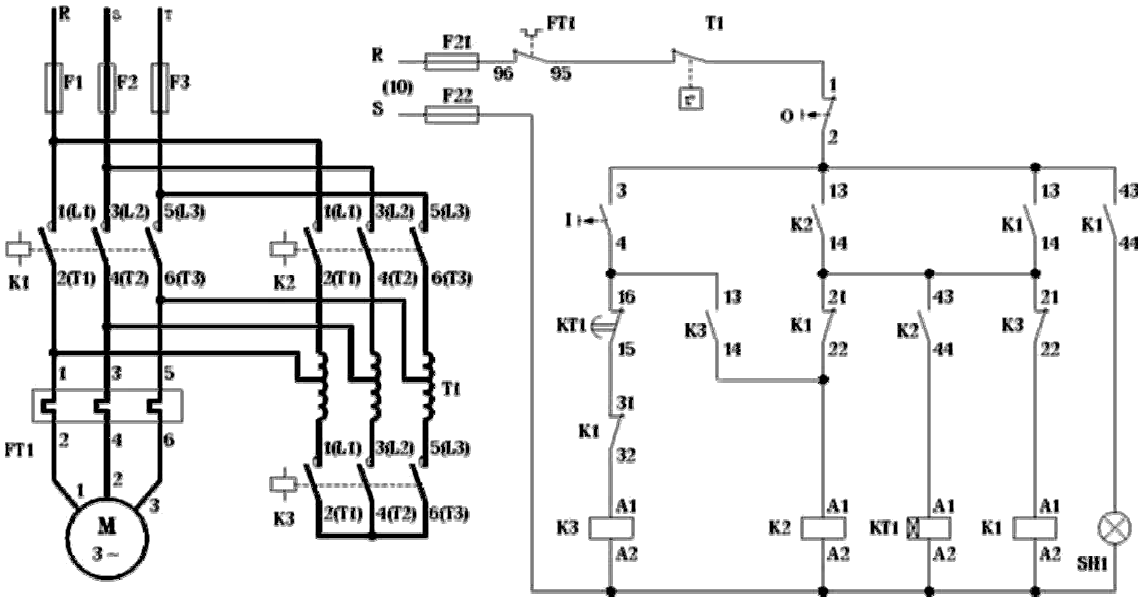
[5] Ver pág. 135 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 9	**Chave de partida compensadora automática**	**TP-02 + OP05**

Descritivo :

- Ao ser pressionado o botão pulsador liga " **I**";
- Ativa a bobina do contator **K3**;
- O contato **K3[13-14]** é então acionado, ativando a bobina do contator **K2;** (o contato **K3[21-22]** impede a possibilidade de ativação da bobina de **K1;**
- O contato **K2[43-44]** ativa a bobina do relé temporizador **KT1**);
- Ficando nesta condição até que seja alcançado o tempo ajustado no relé temporizador (ajuste típico de **15 s**);
- Quando então, o contato **KT1[15-16]** é aberto; desativando a bobina do contator **K3**;
- Desta maneira, o contato **K3[21-22]** fecha, ativando a bobina do contator **K1**;
- O contato **K1[21-22]** abre, desativando a bobina do contator **K2**;
- O contato **K1[43-44]** ativa o sinaleiro **SH1**, indicando que o motor está ligado à rede;
- Ficando o motor ligado pelo contator **K1**;
- Ficando nesta situação até que seja pressionado o botão pulsador desliga " **O**" ou seja atuado o relé de sobrecarga;
- Após o rearme do relé térmico a chave voltará à sua condição inicial.
- ***Considerações*** : Indicar no display da OP05, o Tap de tensão do autotransformador e a atuação do relé de sobrecarga (através de mensagens de texto); Quando ocorrer o rearme do relé de sobrecarga ou o desligamento da chave, o display do IHM deverá ser limpo (tela em branco);[6]

***Condição inicial* :** nenhum botão pressionado; todas as bobinas dos contatores desativadas; tela do IHM limpa;



[6] Ver pág. 225 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 10	**Chave estrela-triângulo automática com IHM**	**TP-02 + OP05**

Descritivo :

- **Considere o comando feito no Exercício no. 3**;
- Inserir um bloqueio que impeça ao operador ligar e desligar a chave mais que três vezes em um intervalo mínimo de 30 s;
- Faça com que sejam enviadas para o OP05 as seguintes mensagens : quando a chave estiver liberada, bloqueada, ligada em estrela, ligada em triângulo, relé de sobrecarga atuado;
- A liberação da chave só poderá ser feita pela tecla **F10** do IHM;
- Deverá ainda, ser possível ajustar o tempo da ligação em Y, através da tecla **F1** da IHM e utilizar a tecla **F2** para visualizar o valor ajustado no temporizador;

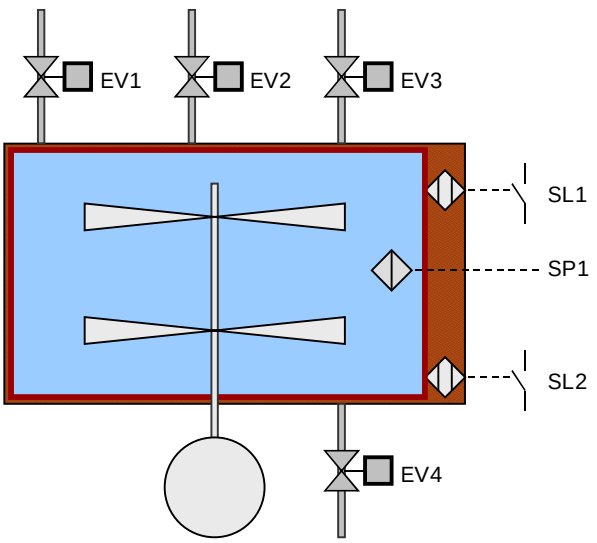
***Condição inicial* :** nenhum botão pressionado; todas as bobinas dos contatores desativadas; tela do IHM limpa; valor ajustado no temporizador igual a 10 s.

Exercício no. 11	**Controle de PH**	**TP-02**

Descritivo :

- Em uma indústria química o PH de uma mistura deve ser mantido dentro de um valor específico;
- Duas eletroválvulas controlam a entrada dos reagentes, **EV1** para o reagente A e **EV2** para o reagente B;
- Para iniciar o processo é liberado o botão **B1** (emergência – gira para soltar);
- Então, a eletroválvula **EV1** é acionada durante **30 s** e a eletroválvula **EV2** é acionada durante **45 s**;
- Também a eletroválvula **EV3** (adicão de água) é acionada, até que o sensor de nível **SL1** seja acionado (indicando que o reservatório está cheio);
- Assim que **SL1** for ativado, a eletroválvula **EV3** é desativada, e o motor **M1** é acionado (agitador);
- A mistura então entrará no processo de homogenização (que pode durar até **30 s**), devendo depois disso apresentar um PH dentro dos valores limitantes;
- Para verificar esta condição um sensor **SP1** (ver obs.) deverá ser lido;
- Se a leitura do PH da mistura permanecer o equivalente a um valor entre **6,5 e 7,5** por mais de **180 s**, o motor **M1** é desligado e a eletroválvula **EV4** é acionada, iniciando o escoamento do reservatório;
- A eletroválvula **EV4** ficará ativada até que o sensor de nível mínimo **SL2** seja desativado;
- Quando **SL2** é desativado, a eletroválvula **EV4** é desativada (terminando o escoamento);
- Ocorre então, uma pausa de **10 s** e o processo será reiniciado automaticamente, sendo interrompido apenas se novamente for pressionado o botão **B1**;
- **Obs**.: O sensor de PH (**SP1**) é analógico, sinal elétrico 0 ... 10 Vcc proporcional à escala para PH de 0 ... 14; [7]

***Condição inicial* :** reservatório vazio; todas as eletroválvulas desativadas; botão B1 ativado;



[7] Ver tabelas das páginas 194, 195 e 196 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 12	**Ajuste de velocidade**	**TP-02**

Descritivo :

- Considere um motor acioanado por um inversor de freqüência (CFW-XX);
- O inversor está configurado para ter a referência de velocidade recebida através de uma de suas entradas analógicas (0 ... 10 Vcc);
- Elaborar um aplicativo que permita ajustar a velocidade do motor, usando para isto um botão pulsador **B1** (NA) para aumentar a velocidade e um pulsador **B2** (NA) para diminuir a velocidade;[8]

***Condição inicial* :**

[8] Ver pág. 109 do manual de programação e instalação do TP-02

Exercício no. 13	**Sistema automático de irrigação**	**CLIC**

Descritivo :

- Temos que controlar a irrigação de uma pequena horta onde são cultivadas três culturas diferentes;
- Três eletroválvulas controlam a irrigação das culturas, denominadas respectivamente, **EV1** (Cultura A), **EV2** (Cultura B) e **EV3** (Cultura C).
- A ***Cultura A*** requer irrigação constante, controlada apenas por um sinal vindo de um sensor fotoelétrico **SF1** (NA) (fechando na presença de luz);
- A ***Cultura B*** deve ser irrigada todos os dias, às 06:30 horas, durante 5 min, e às 18:30 horas, durante 10 min.
- A ***Cultura C*** deve ser irrigada durante 25 min, entre o horário das 13:00 horas às 18:00 horas, desde que, o sensor fotoelétrico **SF1** esteja ativado.
- Caso seja necessário, o sistema automático poderá ser desativado por uma chave seletora **S1** (NA).

Indique o modelo adequado : **CLW-01/_____-__**

Exercício no. 14	**Sistema de pintura**	**CLIC**

Descritivo :

- Uma máquina de pintura apresenta o seguinte ciclo de operação :
- Ao ser pressionado um botão pulsador liga "**I**", um sensor óptico detecta a presença de um peça;
- Decorridos **2 s** depois que a peça é detectada, um servomotor **SM1** é ligado no sentido horário e uma válvula **EVP** é ativada;
- O servomotor **SM1** opera nesta situação até que um sensor de fim-de-curso **SF1** é ativado;
- Quando **SF1** é ativado, o sentido de giro do servomotor **SM1** é invertido;
- O servomotor **SM1** opera nesta situação até que um sensor de fim-de-curso **SF2** é ativado;
- Quando **SF2** é ativado, o sentido do servomotor **SM1** é novamente invertido;
- O sistema continuará a operar desta maneira até que o sensor **SF1** seja atuado **10** vezes;
- Depois disso o servomotor **SM1** terá seu sentido de giro invertido, e **2 s** depois é dado um comando de ***STOP*** para o servomotor **SM1**;
- Completado este ciclo um outro servomotor **SM2** deverá receber um sinal para reposicionar a peça e depois disso o ciclo descrito anteriormente deve ser repetido;
- O servomotor **SM2** terá que posicionar a peça **4** vezes;
- O sistema poderá ser interrompidoa qualquer momento pressionando um botão pulsador desliga "**O**";
- **Obs.:** O servoconversor de **SM1** estará configurado de modo a receber os sinais de habilitação, sentido de giro e comando ***STOP*** através de entradas digitais; O servoconversor de **SM2** estará configurado para receber os sinais de habilitação e ***STOP PLUS*** através de entradas digitais; cada servoconversor tem uma saída digital programada (contatos NA) para fornecer, respectivamente, as indicações de ***STOP*** ativo e ***STOP PLUS*** ativo;

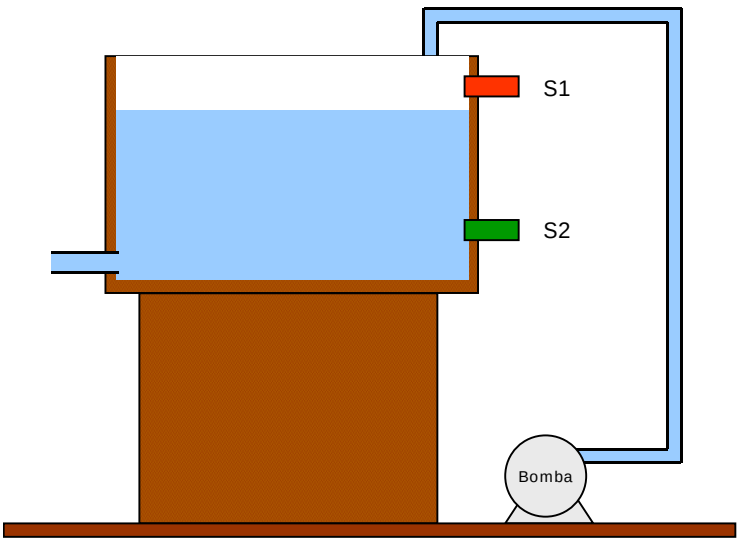
Indique o modelo adequado : **CLW-01/_____-__**

Exercício no. 15	**Controle de nível (ON/FF)**	**CLIC**

Descritivo :

- Deseja-se controlar o nível de uma caixa d´água entre um valor máximo e mínimo;
- Existem para isto dois sensores de nível, respectivamente, **S1** (NA) (nível máximo) e **S2** (NF) (nível mínimo);
- Para enchermos esta caixa, usamos uma bomba centrífuga que será ligada ou desligada pelo ***CLIC*** ® em função do nível da caixa;
- Se o sensor **S2** estiver aberto, a bomba é ligada;
- Permanecendo assim até que o sensor **S1** seja ativado;
- Quando **S1** é ativado, a bomba é desligada;
- Permanecendo assim até que o sensor **S2** abra novamente;
- Este controle automático pode ser desligado manualmente por um interruptor **L1**.

Indique o modelo adequado : **CLW-01/**_____**-**__

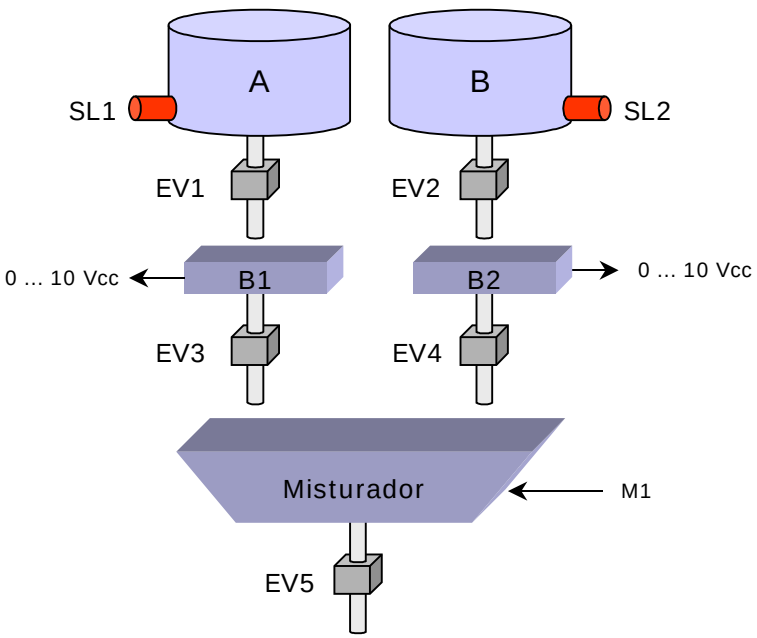


Exercício no. 16	**Comando para um misturador**	**CLIC**

Descritivo :

- Considere dois reservatórios, conforme a figura abaixo, contendo dois tipos diferentes de engredientes, que deverão ser misturados a fim produzir uma massa.
- Ao ser pressionado um botão liga "**I**" (pulsador NA), se os sensores de nível **SL1** (NA) e **SL2** (NA) não estiverem fechados, as válvulas **EV1** e **EV2** deverão ser ativadas;
- A válvula **EV1** deve permanecer acionada até que a balança **B1** envie um sinal equivalente a **7,5 Vcc**;
- A válvula **EV2** deve permanecer acionada até que a balança **B2** envie um sinal equivalente a **4,5 Vcc**;
- Assim que **EV1** e **EV2** forem desativadas, deve ser contado um tempo de **3 s**;
- Após decorrido este tempo de 3 s, as válvulas **EV3** e **EV4** devem ser ativadas durante **15 s**, e o motor **M1** (misturador) deve ser acionado durante **2 min**;
- Decorridos **2 s** após o desligamento do motor **M1**, a válvula **EV5** é ativada por **15 s**, terminando o ciclo de operação;
- Este ciclo de operação será repetido enquanto não faltar nenhum dos dois engredientes.
- Caso o nível de um dos dois reservatórios esteja abaixo do mínimo, indicado pelos sensores de nível **SL1** e **SL2**, dois sinaleiros, respectivamente, **SHA** ("A" vazio) e **SHB** ("B" vazio) deverão indicar qual dos dois reservatórios precisa ser reabastecido;
- A indicação dada pelos sinaleiros é piscante, ficando 1 s ligado e 1 s desligado;
- Uma vez iniciado o processo, não poderá ser interrompido antes que um ciclo completo de operação seja executado.

Indique o modelo adequado : **CLW-01/_____-__**



Exercício no. 17	**Selecionadora de caixas**	**CLIC**

Descritivo :

- Em uma esteira são transportadas caixas de três tamanhos diferentes (***tamanho 1***, ***tamanho 2*** e ***tamanho 3***);
- As caixas passam por três sensores ópticos **SZ1**, **SZ2** e **SZ3** (barreira de luz);
- A operação inicia, após ser pressionado um botão liga "**I**" e é interrompido pelo botão desliga "**O**";
- A escolha do tamanho da caixa a ser selecionada é definido por uma chave seletora de três posições (contatos NA denominados **S1**, **S2** e **S3**);
- Assim se for selecionado o ***tamanho 1***, a esteira deve parar e ativar um sinaleiro **SA1**, se for detectada uma caixa no ***tamanho 2*** ou ***tamanho 3***;
- Nesta situação a caixa no tamanho indesejado será retirada manualmente pelo operador, que deverá reiniciar a operação pressionando novamente o botão liga " **I**";
- Obs.: A esteira é acionada pelo motor de indução **M1** (sistema de partida: SSW)

Indique o modelo adequado : **CLW-01/_____-__**